

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ХУДЖАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА БАБАДЖАНА ГАФУРОВА»**

УДК 502.2+502.5:627.8 (575.3)
ББК 26.38:38.771Тад
И85

На правах рукописи

ИСМОИЛОВА ДИЛФУЗА АБДУАЛИЕВНА

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНА
ВОДОХРАНИЛИЩА «ТАДЖИКСКОЕ МОРЕ»
В УСЛОВИЯХ ИНЖЕНЕРНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ**

Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD)-доктора по специальности 6D091100-Геоэкология и управление природопользованием (6D091101.02 – Область географических наук)

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук,
профессор Абдурахимов С.Я.

Худжанд-2024 г.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВКП	– Всемирная комиссия по плотинам
ВМО	– Всемирная метеорологическая организация
ВТМ	– Водохранилище «Таджикское море»
БВО	– Бассейновые водохозяйственные объединения
ГИДРОПРОЕКТ	– Всероссийский проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт
ГМС	– Гидрометеостанция
ГЭС	– Гидроэлектростанция
КГРЭ	– Кайраккумская геолого-разведочная экспедиция
МКВК	– Межгосударственная координационная водная комиссия
МФСА	– Международный Фонд Спасения Арала
НАНТ	– Национальная академия наук Таджикистана
НИР	– Научно-исследовательская работа
НПК	– Научно-практическая конференция
ПАЛ	– Природно-антропогенные ландшафты
р.	– река
СГГЭ	– Северная гидрогеологическая экспедиция

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ (ИСТОРИЯ И СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ).....	12
Выводы по главе 1.....	18
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	19
ГЛАВА 3. ПРИРОДНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНА ВОДОХРАНИЛИЩА «ТАДЖИКСКОЕ МОРЕ».....	25
3.1. Особенности геологического строения района водохранилища.....	26
3.2. Современные отложения и инженерно-геологические условия района водохранилища.....	34
3.3. Геоморфологические особенности района водохранилища.....	40
3.4. Гидрогеологические условия района водохранилища.....	45
Выводы по главе 3.....	51
ГЛАВА 4. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ВОДОХРАНИЛИЩА «ТАДЖИКСКОЕ МОРЕ».....	52
4.1. Ландшафты района водохранилища.....	54
4.2. Почвенный покров.....	57
4.3. Климатические условия района.....	63
4.4. Особенности развития растительности в районе.....	74
Выводы по главе 4.....	79
ГЛАВА 5. ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЙОНА ВОДОХРАНИЛИЩА «ТАДЖИКСКОЕ МОРЕ» В УСЛОВИЯХ ИНЖЕНЕРНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.....	81
5.1. Глобальное изменение климата и проявление его влияния в районе водохранилища «Таджикское море».....	82
5.2. Заиление и испарение –важные показатели динамики водохранилища.....	89
5.3. Современные геолого-геодинамические процессы в районе водохранилища.....	95
5.4. Антропогенно-нарушенные ландшафты района водохранилища «Таджикское море».....	105
5.5. Гидрохимические нарушения.....	120
Выводы по главе 5.....	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	130
Рекомендации по практическому использованию научных результатов.....	135
ЛИТЕРАТУРА.....	136

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы диссертационного исследования. Водные ресурсы Таджикистана, в особенности реки, имеют важное народнохозяйственное значение не только для нашей республики, но и всего региона Центральной Азии. Эффективное использование водных ресурсов во многом достигается рациональным регулированием стока рек путем строительства водохранилищ. В Таджикистане за последние 70 лет построены и ныне функционируют 12 водохранилищ, имеющих различные назначения: выработки энергии, водоснабжения, ирригации, рекреации, инженерной защиты и др. Среди них крупнейшим является водохранилище «Таджикское море» (одновременно и крупнейшее озеро страны по площади), играющее ключевую роль в регулировании реки Сырдарья, обеспечении электроэнергией Согдийскую область.

Сооружение водохранилищ, как правило, является крупным проявлением техногенеза, которое по масштабам воздействия на природу относится к наиболее мощным факторам масштабного влияния на окружающую среду. Гидротехнические сооружения приводят к различной степени деградации речных экосистем.

С другой стороны, глобальное изменение климата также оказывает явное влияние на водохранилище, режим его функционирования.

По мнению Всемирной Комиссии по плотинам если строительство плотины является лучшим способом достижения принципов экономической целесообразности, социальной справедливости и поддержания сбалансированного состояния окружающей среды, то такая плотина заслуживает всемерной поддержки. Другими словами, строительство любой плотины должно решать проблему разработки и целевого использования водных ресурсов¹.

Общеизвестно, что строительство и функционирования водохранилища вызывает широкую трансформацию окружающей (и геологической) среды, появление различных геоэкологических проблем.

¹ www.icold-cigb.org

Водохранилище «Таджикское море» наряду с важным регулирующим значением, однако оказывает в целом масштабное влияние на геологическую среду, вызывая ее трансформацию путем образования новых инженерно-геологических комплексов, нарушения режима грунтовых вод и др. Водохранилище неизбежно сопровождается рядом проблем, среди которых наиболее ощутимыми являются колебания уровня поверхностных вод, заиление, переработка берегов, оврагообразование, подтопление, активизация оползневых, суффозионных, склоновых и др. процессов.

На фоне нарушений геологической среды, в свою очередь глобальное изменение климата, несомненно, также влияет на эксплуатационные характеристики водохранилища и надежность его функционирования.

В связи с этим на примере водохранилища «Таджикское море» вырисовываются контуры сложной проблемы, связанной с функционированием водохранилища «Таджикское море», что требует всестороннего исследования геэкологических условий водохранилища в связи с изменением климата и инженерно-хозяйственной (антропогенной) деятельности, вызывающих трансформацию геологической среды.

Таким образом, актуальность темы диссертации вызвана необходимостью всестороннего исследования природы и изменения геэкологических особенностей района водохранилища «Таджикское море» в условиях изменения климата и инженерно-хозяйственной трансформации, оптимизации природопользования в районе, разработке мер по снижению уязвимости к негативным последствиям природно-техногенного влияния.

Степень разработанности научной проблемы, теоритическая и методологическая основы исследования. Водохранилище «Таджикское море», с момента эксплуатации было предметом пристального внимания специалистов различного профиля, которыми изучались различные проблемы, касающиеся не только особенности функционирования водохранилища, но и его влияния на геологическую среду, т.е. определяющие его геэкологические функции. Проведен-

ные до настоящего времени исследования раскрыли многие вопросы, касающиеся не только особенностей функционирования водохранилища. Широко освещены особенности формирования, гидробиологии, изменения биот, солевого состава, режима и динамики поверхностных и подземных вод, эволюции, и др. вопросы. Однако, геоэкологические особенности района водохранилища в условиях изменения климата и интенсивной антропогенной деятельности, особенно в связи с массовым нарушением водного, гидрохимического режимов в верховьях р.Сырдарьи, вызванного широкой горнопромышленной деятельностью, остались слабо изученными или вовсе неосвещенными. В частности, неизученными остались степень изменения ландшафтов зоны водохранилища, изменения его геоэкологических условий на фоне глобального изменения климата, при интенсивной инженерно-хозяйственной (антропогенной, техногенной) деятельности особенно, в связи с высоким уровнем техногенеза в верховьях реки, на территории соседнего государства. Значительные, местами огромные, выбросы вредных, часто ядовитых твердых, жидких отходов, хвосты горнопромышленных предприятий на верховьях, содержащие ядовитые, вредные, радиоактивные соединения, а также частично вскрытые могильники, пройдя сотни километров по реке, поступают в водохранилище «Таджикское море» и в разных формах осаждаются. К сожалению, масштабы, интенсивность и особенности этих процессов к настоящему времени должным образом не исследованы, что диктует проведение специализированных исследований по их изучению.

Связь исследования с программами и НИР. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом НИР ХГУ им.академика Б.Гафурова и согласно программе PhD-докторантуры, утвержденной приказом ректора от 19.10.2015 г. № 0323.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель диссертационного исследования заключается в установлении закономерностей формирования геоэкологических особенностей района ВТМ под влиянием инженерно-хозяйственной деятельности и изменения климата.

Задачи исследования:

- анализ современного состояния геоэкологии района ВТМ;
- изучение геоэкологических проблем зоны влияния водохранилища;
- проведение комплексных геолого-геоэкологических и ландшафтных исследований в районе водохранилища;
- выявление геоэкологических условий района водохранилища;
- изучение процесса переработки берегов, масштабов и интенсивности зарастания водохранилища;
- изучение и оценка влияния функционирования водохранилища на геологическую среду прилегающих территорий;
- разработка мер по оптимизации природопользования и улучшения геоэкологических условий района водохранилища при его функционировании с учетом его трансграничного обмена.

Объектом исследования является окружающая среда ВТМ и его побережья, особенно береговая, наиболее техногенно нагруженная зона.

Предмет исследования: геоэкологические условия района ВТМ, их изменения в условиях техногенной деятельности и изменения климата.

Методы исследования: полевых исследований, анализа и синтеза ранее проведенных работ, балансовый, статистико-математический.

Отрасль исследования: теоретическое и практические приложения геоэкологии и управления природопользованием.

Этапы исследования:

1. 2015-2016 гг. - выбор и изучение литературы касавшейся изменения природной среды как на водохранилищах, так и вокруг них в зависимости от времени и условий эксплуатации;

2. 017-2018 гг. – полевые работы, визуальные наблюдения за геоэкологической средой водохранилищ и побережи вокруг них;
3. 2019-2021 гг.-камеральный анализ результатов полевых, лабораторно-аналитических работ, оцифровка графических материалов;
4. 2022-2023 гг.-разработка рекомендации и написание диссертации.

Основная информационная и экспериментальная база: статические и оперативные данные Агентства по окружающей среде при Правительстве РТ, Министерства энергетики и водных ресурсов, гидрометеорологической службы и Управления мелиорации и водных ресурсов Согдийской области.

Научная новизна диссертации заключается в том, что в ней впервые на примере ВТМ:

– проведено комплексное исследование геоэкологических особенностей водохранилища в условиях интенсивной техногенной нагрузки и изменения климата;

– выявлены природно-геоэкологические условия водохранилища, основные геоэкологические проблемы и факторы их обуславливающие;

– на основе новых наблюдений и применения многоспектральных снимков Landsat выявлены комплексы техногенных воздействий на водохранилища, показаны основные тенденции в формировании природно-антропогенных ландшафтов (ПАЛ);

– предложены эффективные меры по минимизации негативного антропогенного воздействия на экосистему водоема и его побережья;

– разработаны конкретные мероприятия по оптимизации природопользования и охране геологической среды района водохранилища.

Теоретическое и научно-практическое значение работы выражается в получении новых, оригинальных данных по формированию и динамике изменения геоэкологических особенностей речных водохранилищ в условиях нарастающей техногенной нагрузки и изменения климата. Практическое значение диссертационной работы - применение полученных результатов для оценки

геоэкологических условий района ВТМ и внедрение разработанных мероприятий по улучшению и оптимизации функционирования водохранилища, а также в учебном процессе географических факультетов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Геоэкологические условия района ВТМ в период его функционирования, в последние 65 лет, перетерпели изменения, выражающиеся в преобразования ландшафтов, их компонентов (инженерно-геологических особенностей, рельефа, почв, водных характеристик, растительности).

2. Влияние функционирования водохранилища на геологическую среду района происходит поэтапно и выражается в образовании новых инженерно-геологических комплексов, изменении гидрологического режима, росте донных накоплений, локальном повышении концентрации ряда химических элементов, поступающих из многочисленных источников радиоактивного заражения и хранилищ отходов горнопромышленной деятельности, расположенных в зоне верховий р.Сырдарья протяженностью свыше 800 км.

3. Современные геоэкологические условия района ВТМ определяют его роль в общей экосистеме региона, а разработанный комплекс природоохранных мер способствуют комплексной оценке геоэкологического состояния водохранилища, оптимальному и устойчивому его функционированию.

Достоверность результатов исследования подтверждается представительностью фактической основы диссертации, использованием комплекса современных методов и методологических подходов, применяемых в геоэкологических работах, и соответствующих целям и задачам диссертации.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Диссертационное исследование охватывает 6 пунктов паспорта специальности 6D091100-Геоэкология и управление природопользованием (географические науки), соответствующей специальности 25.00.36:

1.8. Природная среда и геоиндикаторы ее изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека: химическое и радиоактивное

загрязнение почв, пород, поверхностных и подземных вод и сокращение их ресурсов, наведенные физические поля, изменение криолитозоны.

1.9. Оценка состояния, изменений и управление современными ландшафтами.

1.11. Геоэкологические аспекты функционирования природно-технических систем.

1.13. Динамика, механизм, факторы и закономерности развития опасных природных и техноприродных процессов, прогноз их развития, оценка опасности и риска, управление риском, превентивные мероприятия по снижению последствий катастрофических процессов, инженерная защита территорий, зданий и сооружений.

1.16. Геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов.

1.17. Геоэкологическая оценка территорий. Современные методы геоэкологического картирования, информационные системы в геоэкологии.

Личный вклад докторанта. Диссертационное исследование проведено PhD-докторантом самостоятельно: лично выполнены полевые работы, визуальные наблюдения, анализ источников, обработка результатов полевых, лабораторно-аналитических работ, оцифровка графических материалов, разработаны рекомендации. В совместных публикациях доля личного участия диссертанта составляет 70-75 %.

Апробация результатов диссертации. **Апробация результатов диссертации.** Основные положения диссертационной работы, результаты проведенного исследования изложены на семинарах кафедры геоэкологии, ежегодных НПК ХГУ им. академика Б.Гафурова, ряде международных и региональных научных форумов, в том числе на Республиканской НПК, посвященной Посланию Президента Республики Таджикистан Маджлиси Оли Республики Таджикистан «Послание – программа устойчивого социально-экономического развития страны» (Худжанд, 2017), VI Международная НПК «Глобальная наука и инновации 2019: Центральная Азия» (Нур-Султан, 2019), Международная НПК «Наука и образование в современном мире: вызовы XXI

века» (Нур-Султан, 2019), НПК «Проблемы экологии регионов Таджикистана» (г. Пенджикент, 2019), Республиканская НПК «Рогунская ГЭС – гарант энергетической независимости Таджикистана» (Душанбе, 2019), Международная НПК, посвященная 30-летию Независимости Республики Таджикистан и Десятилетию «Вода для устойчивого развития, 2018-2028» (Худжанд, 2019), Региональная НПК «Экологические, урбанизационные и демографические проблемы Чеченской Республики и пути их решения», посвященной Году науки и технологий в Российской Федерации (Москва, 2020), Международная НПК «Адаптация отраслей сельского хозяйства к изменениям климата: проблемы и пути их решения» (Душанбе, 2021), Международный геологический форум «Науки о Земле в Узбекистане: проблемы, состояние и приоритетные задачи в развитии и воспроизводстве минерально-сырьевой базы республики» (Республика Узбекистан, Ташкент, 2021), Международная НПК «Вопросы социально-экономического и инновационного развития территорий, рационального природопользования и туризма в современных географических исследованиях» (Республика Узбекистан, Нукус, 2021 и др.).

Публикация результатов диссертации. Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 27 статьях, в том числе 12 статьях в рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы. Текст диссертации напечатан на 157 страницах компьютерного набора, содержит 20 таблиц, 39 рисунков. Список литературы включает 205 наименований.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ (ИСТОРИЯ И СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ)

Природно-геологические особенности, проблемы геоэкологии водохранилища «Таджикское море», изменения геологической среды в связи с его функционированием и эволюцией изучены со середины прошлого века. В изучении этой проблемы большой вклад внесли отечественные и зарубежные ученые, специалисты производственных и проектных учреждений. Геология, гидрогеология, инженерная геология, ландшафты, геоэкология, охрана среды и другие особенности водохранилища «Таджикское море» освещены в работах Абдурахимова С.Я., Абдушукурова Д.А., Абитаевой М.Ф., Абрамова С.К., Авакяна А.Б., Азимова Ш.Ш., Айтматова И.Т., Акматова Р.Т., Аламанова С.К., Алешина Ю.Г., Алибаевой М.А., Аминова М.Х., Андриевской С.А., Андрияса А.А., Ахророва Ф., Бажановой Л.В., Бобиева Д.Ф., Бобоева М.В., Богданова Н.И., Болотиной Н.М., Болтова В.В., Большаковой М.Н., Ваксмана Э.Г., Валиева Ш.Ф., Васильковского Н.П., Вахобова Ю., Воропаева Г.В., Вуглинского В.С., Гапирова М.О., Головина В.В., Граве Л.М., Давыдова Л.К., Дейнега А.Г., Дейнега Г.И., Джураева А.А., Джураева С.И., Донбаевой Г.Ч., Ереминой И.К., Ёрова А.Ё., Ефремова О.К., Законнова В.В., Иванова Ю.Н., Игрищиной В.Г., Идармачева Ш.Г., Ильина И.А., Исаева А.А., Исакова А.И., Казарьянца Г.С., Кальной О.И., Капкаева А.Х., Каспарова С.А., Керносова Г.А., Кирейчевой Л.В., Клюкановой И.А., Комилова Ф.С., Коронкевича Н.И., Корпачева В.П., Костенко Н.П., Крамчанинова Н.Н., Крещенцовой М.И., Кузнецова Н.Т., Кузнецовой Л.А., Лаврусевича А.А., Лаврусевича С.А., Левковича Р.А., Либерта А.А., Львовича М.И., Майкова И.П., Максимчука В.Л., Малкова А.Б., Маматканова Д.М., Меламеда Я.В., Мельникова Г.Б., Милькиса Б.Е., Музакеева М.А., Мурзаева Э.М., Муртазаева У.И., Мухаббатовая Х.М., Мухамедиева П.А., Насрулина Б.Г., Нежиховской Р.А., Никитина А.М., Николаева А.В., Николаенко В.А., Нурбаева Д.Д., Ожеговой Б.Е., Омарова Т.Н., Оралбаевой Л.Э., Панкратова П.А., Пасселя Х.Д. (Passell H.D.), Вандерграфа Т.Т. (Vandergraaf T.T.), Патиной Д.Л., Пережилина А.И., Петрова Г.Н., Пе-

тухова В.Н., Пилюсова Э.М., Попова В.В., Поповой В.Б., Пулатова Я.Э., Рахимова А.И., Резниковой А.М., Рейзвиха В.Н., Романовского В.В., Рябоконе Ю.И., Саидовой Д.Н., Саидовой С.Р., Салтанкина В.П., Сергеева Е.М., Сидоренко В.А., Сидоренко Г.Т., Синельниковой А.А., Сирлибаевой З., Станюкович М.Б., Станюковича К.В., Судольского А.С., Сунцова М.А., Сыщука Д.Л., Таджиева У.Т., Темирова А.А., Торгоева И.А., Ускова Ю.С., Усковой Р.А., Усупаев Ш.Э., Фаттахова И.М., Харченко С.И., Ходжаева М.Х., Цигельной И.Д., Цой Г.А., Чедия О.К., Четова В.З., Чодураева Т.М., Шамшиева О.Ш., Шарапова В.А., Шахбазиди О.Х., Шикломанова И.А., Шульца В.Л., Щульца С.С., Эдельштейна К.К., Эргешова А.А., Эшмирзаева И.З., Юлдашева Х.У. и др.

Результаты многочисленных исследований района речного водохранилища «Таджикское море» не потеряли свою актуальность и в настоящее время, они создали основу широкого научного представления о крупнейшем искусственном водоеме страны.

Следует отметить, что район водохранилища «Таджикское море» имеет высокую степень изученности. Изучение закономерностей изменений геосистем, связанных с функционированием водохранилища, определение тенденций изменений береговых линий, потоплением земель, испарения, повышения уровня грунтовых вод, развитие геодинамических процессов на берегах в разработке методов прогнозирования являются важной прикладной задачей [104, 139]. Поэтому изучению основ для таких исследований - особенностей природно-геоэкологических и гидрологических условий водохранилища посвящены многочисленные работы исследователей.

Вопросы геологии, геоморфологии, гидрогеологии, сейсмологии, неотектоники Ферганской впадины широко освещены в работах Васильковского Н.П., Ефремова О.К., Меламеда Я.В., Николаева А.В., Костенко Н.П., Мирзоева К.М., Негматулаева С.Х., Попова В.В., Чедия О.К., Щульца С.С., и др. [37, 48, 50, 107, 119, 143, 161 и др.]. Особенно следует подчеркнуть большой вклад геологов КГРЭ в изучении геологического строения, стратиграфии, магматизма, тектоники и неотектоники не только всей территории Северного Таджикистана, но и

района водохранилища «Таджикское море». Большая заслуга в исследовании гидрогеологии, инженерной геологии района водохранилища принадлежит СГГЭ, специалисты которых и по настоящее время продолжают эти работы. Непрерывные метеонаблюдения в районе ВТМ ведет Худжандская МТС, благодаря налаженной и систематической работе которой мы получили доступ к многолетним данным по температуре, влажности, режиму осадков, ветра и др. параметрам.

Гидрологические, гидрогеологические и инженерно-геологические особенности района рассмотрены в монографиях и работах ряда исследователей, таких как Головин В.В., Воропаев В.Г., Вуглинский В.С., Давыдов Л.К., Джураев С.И., Ильин И.А., Исаков А.И., Коронкевич Н.И., Мурзаев Э.М., Нежиховская Р.А., Резникова А.М., Ускова Ю.С. и др. [55, 43, 44, 45, 141 и др.].

Муртазаевым У.И. и Майковым И.П. на примере аридных зон Таджикистана, куда относится и исследуемый нами район, раскрыты механизмы эволюции малых и крупных водохранилищ в процессе их длительной эксплуатации, определены особенности трансформации водохранилищ при интенсивных внутриводоемных процессах в зависимости от различных гидрологических факторов [115].

Ходжаевым М.Х. рассмотрены водноэкологические проблемы, проанализированы природные и техногенные факторы, осуществлено картографирование водноэкологических проблем Северного Таджикистана [155, 156].

Широкий спектр проблем водохранилища «Таджикское море» с теоретической точки зрения рассмотрены и моделированы Воиновым А.А., Комиловым Ф.С. [49, 79], Шикламановым А.И. [159, 160].

Следует особо отметить коллективную монографию отечественных ученых «Кайраккумское водохранилище» [76], в котором приведены результаты многолетних исследований по гидробиологии водоема.

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых, особенно из стран бассейна р.Сырдарьи через призму трансграничных проблем водопользования содержат ценные сведения о географии, экологии, геоэкологии и

других различных проблемах водохранилища «Таджикское море» [6-8, 9, 10, 13, 19, 22, 35, 69, 76, 80, 109-115, 118, 125, 154, 155, 188, 189 и др.].

Геоэкологические исследования в Центральной Азии и Таджикистане, изучение влияния водохранилищ на гео- и гидроэкологические условия прилегающих территории, особенно проблемы заиления, химического состава, развития биот, испарения и др. проводились Абдурахимовым С.Я., Абрамовым С.К., Валиевым Ш.Ф., Гапировым М.О., Ивановым Ю.Н., Исаевым А.А., Мельниковым Г.Б., Муртазаевым У.И., Патиной Д.Л., Рахимовым А.И., Саидовой Д.Н., Судольского А.С., Усупаевым Ш.Э. и др. [1-5, 24, 25, 31, 33, 34, 69, 100, 111, 115, 120, 121, 122, 138, 142, 147, 148, 149, 154 и др.].

Серия режимных наблюдений на орошаемых площадях Фархадского водохранилища и водохранилища «Таджикское море», гидрохимические и бактериальные исследования вод р.Сырдарьи и водохранилища в 70-х гг. прошлого века проводились учеными Национальной академии наук Таджикистана, в результате которых были обнаружены высокие концентрации фенолов и др. вредных соединений, выявлено бактериологическое загрязнение части водохранилищ [6, 7, 8, 30, 39, 126, 127, 128, 166, 191 и др.].

Вопросам гидробиологии, гидрохимии были посвящены работы ученых Института зоологии и паразитологии им. Е.Н. Павловского НАНТ. На основе многолетних наблюдений ими установлены биологические, гидрологические и гидрохимические характеристики водохранилища, а наиболее подробно - особенности развития высшей и низшей водной растительности, зоопланктонов и бентоса, распределение гидробионтов по горизонтали и вертикали [19, 27, 28, 38, 76, 124 и др.].

Проблемы водохранилища «Таджикское море», близкие к рассматриваемым нами, были центральной темой в работах Муртазаева У.И. [109-115, 186]. Им анализированы морфометрические особенности водохранилища, современное состояние, особенно проблемы заиления, зарастания и испарения с его акватории.

Изучению формирования стока и гидрологического режима р.Сырдарьи посвящены работы Аламанова С. К., Бажановой Л. В., Большакова М. Н., Головина В. В., Игрищиной В. Г., Керносова Г. А., Львовича М. И., Маматканова Д. М., Мачигена Н. В., Музакеева М. А., Никитина А. М., Романовского В. В., Ускова

Ю. С., Харченко С. И., Цигельной И. Д., Шульца В. Л., Эргешова А. А. и др. [16, 98, 157, 161, 180 и др.].

Территория Северного Таджикистана, как известно, относится к зоне интенсивной техногенной деятельности [32]. Рахимовым А.И. на обширном материале установлено, что к концу 20 века уже стала масштабной техногенная трансформация бассейна р.Сырдарья, особенно в связи с широким развитием горнопромышленной деятельности и функционированием водохранилища «Таджикское море» и по почвенной карте Северного Таджикистана (масштаб 1:500 000) была оценена степень загрязнения почв тяжелыми металлами в районе водохранилища [135, 136, 189].

По различным проблемам, связанным с функционированием водохранилища «Таджикское море» за последние полвека защищены многочисленные кандидатские и докторские диссертации [183, 186, 187, 189, 190, 191, 194 и др.].

Многие вопросы геологии, геохимии, неотектоники, гидрогеологии и инженерной геологии и др. особенностей района ВТМ, особенно на стадии его проектирования, изучены производственными геологическими и гидрогеологическими предприятиями – КГРЭ, СГГЭ [195, 196, 198, 199, 201, 203, 205 и др.]. Эти работы до сих пор не потеряли своего значения.

Ряд проблем, касающихся состояния и безопасного функционирования водохранилища «Таджикское море» как важного, стратегического гидротехнического объекта, что уже было отмечено выше, был предметом специализированных проектов, финансируемых международными грантами, в которых были привлечены высококвалифицированные отечественные и зарубежные специалисты [197, 200, 202, 204 и др.]. В 2010 г. был принят Закон Республики Таджикистан «О безопасности гидротехнических сооружений» [172], действуют общепринятые нормативные документы [101].

Анализ и обобщение проведенных в районе водохранилища «Таджикское море» дает возможность сделать вывод о том, что к настоящему времени природно-геоэкологические условия, изучались продолжительное время и достаточно большим коллективом ученых и специалистов. В результате всестороннего исследования выявлены природно-географические условия, особенности геологического строения, магматизма, тектоники, неотектоники, гидрогеологии, инженерной геологии, гидроэкологии района водохранилища. Установлены

также основные факторы влияния функционирования водохранилища «Таджикское море» на геологическую среду, режим подземных вод, климат, ландшафты, а также раскрыты механизмы преобразования экосистемы района.

Как следует из вышеизложенного, современный уровень изученности района водохранилища «Таджикское море», а также особый его международный ландшафтно-геоэкологический статус, требует поведения исследования закономерностей изменения его геоэкологических условий под влиянием изменения климата и техногенной деятельности. Необходим анализ современного состояния геологической среды района, изучение геоэкологических проблем зоны влияния водохранилища, и с этой целью - проведение комплексных геолого-геоэкологических и ландшафтных исследований, установление геоэкологических условий и в целом - изучение и оценка влияния функционирования водохранилища на геологическую среду и геоэкологические условия водохранилища «Таджикское море» и прилегающих территорий, чему и посвящена настоящая диссертационная работа.

Вместе с тем, следует заметить, что значительная часть исследований, перечисленных выше, проводились несколько десятилетий назад, и очевидно, что их результаты во многом устарели, и могут служить только для сравнительных целей. С другой стороны, многие из них в силу большой давности, проводились без учета глобальных и региональных тенденций изменений климата, которые во время проведения этих исследований не стояли на повестке дня, и поэтому не могут быть достаточными для комплексной оценки геоэкологических условий района водохранилища «Таджикское море».

Выводы по главе 1.

1. Район водохранилища «Таджикское море» характеризуется высокой степенью изученности. В течение почти векового изучения природно-геологических условий района выявлены основные их характеристики.

2. Несмотря на высокую степень изученности района водохранилища, многие проблемы, связанные с влиянием водохранилища «Таджикское море» на геологическую среду, остались слабоосвещенными. Так, функционирование водохранилища вызывает ее трансформацию среды путем образования новых инженерно-геологических комплексов, нарушения режима грунтовых вод и др. Водохранилище неизбежно сопровождается рядом проблем, среди которых наиболее ощутимыми являются колебания уровня поверхностных вод, заиление, переработка берегов, оврагообразование, подтопление, активизация оползневых, суффозионных, склоновых и др. процессов. На фоне нарушений геологической среды, в свою очередь глобальное изменение климата, несомненно, также влияет на эксплуатационные характеристики водохранилища и надежность его функционирования.

3. В связи с вышеизложенным, необходимо всестороннее исследование геоэкологических условий водохранилища «Таджикское море» в связи с изменением климата и инженерно-хозяйственной (антропогенной) деятельности, вызывающих трансформацию геологической среды, с целью оптимизации природопользования в районе, разработки мер по снижению уязвимости к негативным последствиям природно-техногенного влияния.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу диссертации положены результаты анализа и обобщения ранее проведены работ и собственные материалы диссертанта, которые описываются в каждом конкретном случае.

В диссертационном исследовании использованы различные методы. Они в целом являются комплексными и включают такие методы как:

- экспедиционный;
- стационарный;
- дистанционный;
- картографический;
- диахронический (сравнительное изучение района на разных этапах его развития).

Перечисленные методы применялись в комплексном сочетании включая их различные комбинации: визуально-наблюдательный (полевой), ландшафтный, гидрохимический, а также геоинформационный (ГИС).

Для обработки данных были использованы доступные компьютерные и статистико-математические методы. При полевых работах с целью изучения влияния водохранилища на компоненты геологической среды проводилось профилирование путем прокладки поперечных профилей, пересекающих различные природно-ландшафтные зоны.

На типовых участках визуально оценивались степень и характер антропогенного изменения, проводилось также опробование вод, растительности, почвы. Сбор информации (литературные, картографические источники, архивные данные, аэроматериалы, космоснимки и др.) проводился систематически с учетом поступления новых материалов.

Перед началом полевых исследований, как следует из главы 1, путем изучения и анализа литературы было установлено, что водохранилище «Таджикское море» имеет кроме важного энергетико-ирригационного значения, но и признается как ключевой элемент водно-энергетической политики не только Таджики-

стана, но и всей Центральной Азии. Водоохранилищу принадлежит важный статус регионального регулятора водных ресурсов в Центральной Азии. Поэтому в протяжении свыше 60 лет это гидротехническое сооружение стало предметом исследований специалистов самого различного профиля.

Район водоохранилища является частью Сырдарьинской речной энергетическо-ирригационной системы и представляет собой важный элемент общей Центрально-азиатской энергетической системы (рис.2.1).

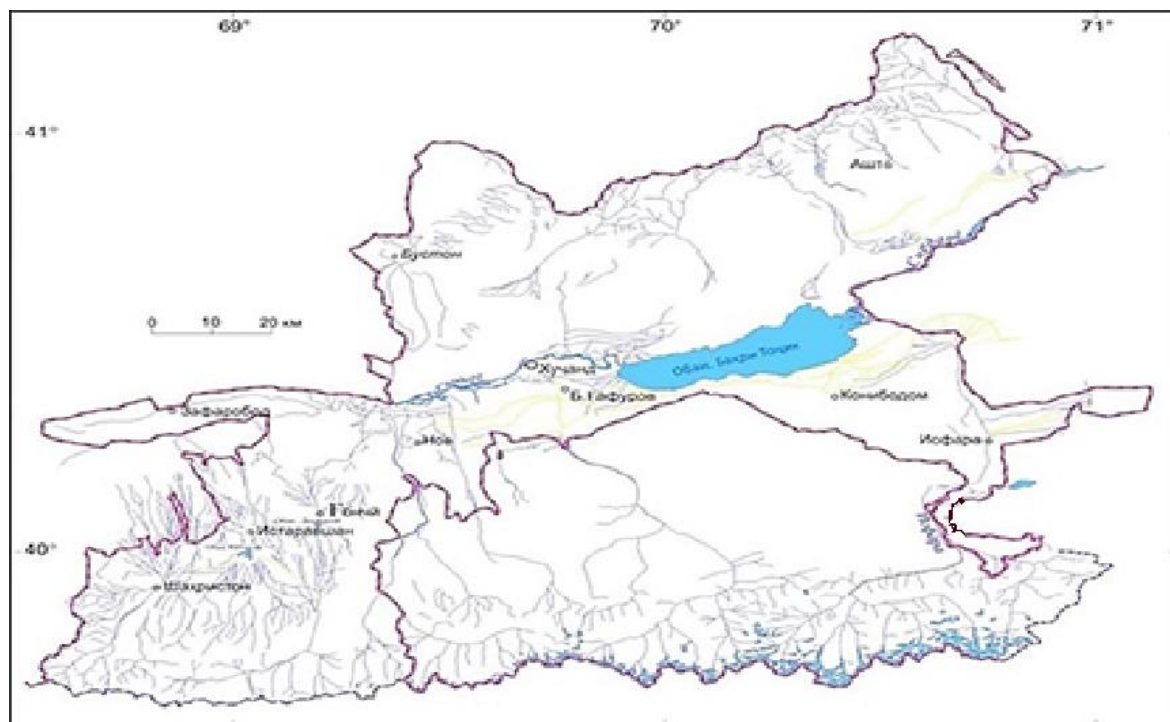


Рисунок 2.1. Бассейново-гидрографическая карта района водоохранилища «Таджикское море» (таджикистанская часть).

Водоохранилище «Таджикское море» - это большой искусственный, намывной, водоем, образованный в 1956 году путём перекрытия реки Сырдарья. При нормальном подпорном уровне площадь зеркала водоохранилища составляет 523 км², длина водоохранилища равна 56 км, а максимальная ширина 15 км.

Заполнение водоохранилища «Таджикское море», начавшееся в 1956 году и закончившееся в 1958 году, создало самый крупный в Центральной Азии искусственный водоем с объемом 4,2 куб. км, площадью зеркала при НПУ 520 кв. км. Водоохранилище имеет вид долинного озера, вытянутого с востока на запад.

В настоящее время водоохранилища «Таджикское море» функционирует при таком режиме, когда НПУ составляет 347,5 м, а УМО - 340,0 м, образуя рабочий

перепад 7 м.

В пределах Северного Таджикистана р.Сырдарья имеет длину свыше 120 км, простирается с востока на запад, до т.н. Бекабадских порог. Река Сырдарья относится к равнинным.

Средний многолетний расход воды у г.Худжанда составляет 410 куб.м/с, скорость течения 0,8-1,1 м/с. В половодье, при подъеме воды до 4 м, расход воды превышает 580 куб.м/с. Река образует извилины, заводи, старицы вследствие блуждания реки в русле, которые четко заметны при маловодье. В русле реки имеют место мели, по берегам –тугаи (кустарники, камыши), составляющие характерный компонент речной системы.

Водоохранилище «Таджикское море» построено в 1956-1959 гг. на трансграничной реке Сырдарья (рис.2.2). Река Сырдарья в створе гидроузла расположена практически на границе зоны формирования стока.

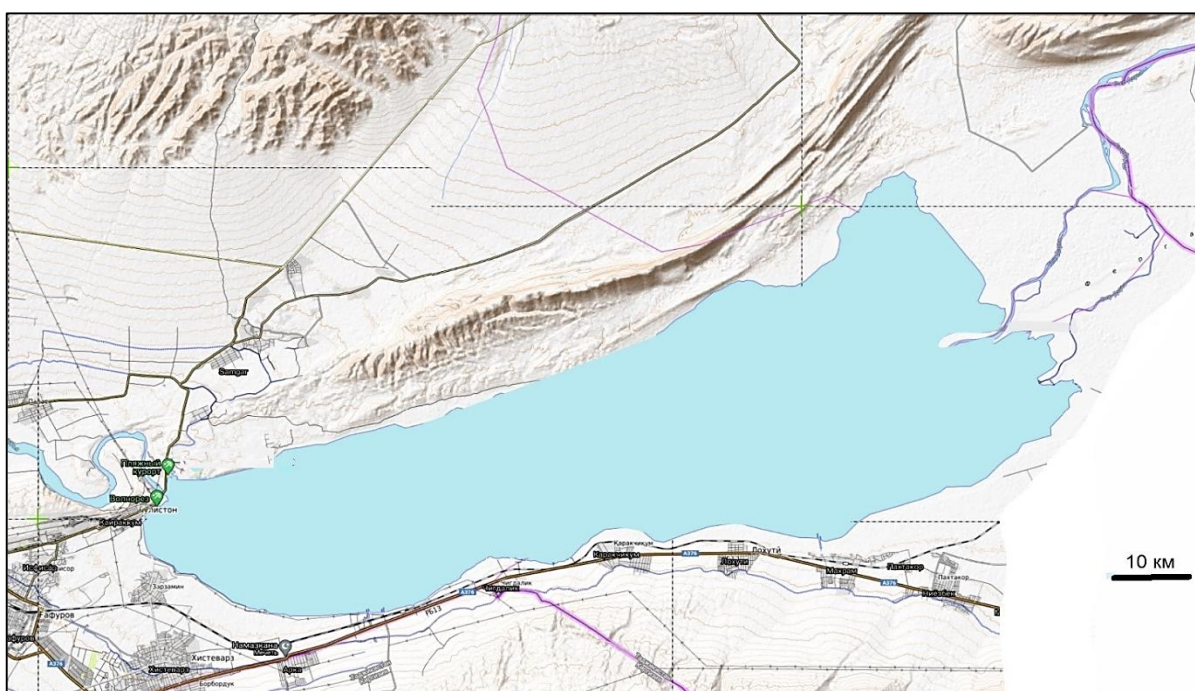


Рисунок 2.2. Водоохранилище «Таджикское море». Топографическая карта.

Источник: GoogleEarthPro,2020

Водоохранилище имеет в плане субширотную продолговатую ассиметричную форму с расположением чаши водоема, главным образом, на правом, возвышенном Самгарском, борту. Оно относится к речным равнинным водохранилищам среднеазиатского класса [11, 12, 100 и др.]. Общая его протяженность по

руслу реки Сырдарья превышает 56 км, максимальная ширина равна 16 км, полный объем при НПУ - 4,2 км², площадь зеркала составляет 520 км², при этом средняя глубина 8 м, а у плотины она достигает максимального значения в 25 м.

Ввод водохранилища «Гаджикское море» в 1957 г. и Нурекского водохранилища позволил оросить дополнительно новые земли в соседних странах – Узбекистане и Казахстане.

В зимний период вода водохранилища «Гаджикское море» изредка замерзает, а летом может прогреваться до +32 °С.

В настоящее время водохранилище «Гаджикское море» имеет ирригационное назначение. Из-за отсутствия экономических стимулов обеспечения экономически целесообразного режима водохранилища, особенно – при ирригационных попусках в вегетационный период.

Необходимо отметить, что в последние десятилетия в районе верховья р.Сырдарья, в соседних государствах, интенсивность инженерно-хозяйственной, особенно горнопромышленной, деятельности, резко возросла, что заметно повлияло на гидрологический, гидрохимический состав вод, а также режима подземных вод, состава и масштабов наносов.

Полевой метод включал в себе не только визуальное наблюдение в районе водохранилища, но и закладка и изучение участков для выявления характера процессов переработки берегов. Для проведения таких работ в районе нами были выбраны 7 участков (табл. 2.1):

При изучении ландшафтов применительно к району работ была выбрана методика Станюкович К.В. и др., которые считают их важным компонентом геологической среды: ландшафт - как часть земной территории, «единая по своему рельефу, климату, почвам, растительности и, следовательно, равноценная по возможностям и методам использования ее человеком» [132, с.7].

Таблица 2.1. - Участки наблюдений процессов переработки берегов водохранилища «Гаджикское море»

№	Участок	Название	Расположение	Тип берега
1.	Участок №1	Равадский	левый берег водохранилища, нижняя часть	аккумуляционный

2.	Участок №2	Джидалык	левый берег, нижняя часть	абразионный
3.	Участок №3	Куч-Как	левый берег, средняя часть	абразионный
4.	Участок №5	Махау-Тау	Левый берег, верховье водохранилища	абразионный
5.	Участок №6	Безымянное 1	правый берег, нижняя часть водохранилища	абразионный
6.	Участок №7	Безымянное 3	правый берег, нижняя часть	абразионный

Для геоэкологической оценки территории, особенно в связи с инженерно-хозяйственной трансформацией среды, нами использована методика Кочурова Б.И. и его классификация территорий по степени напряженности нарушения [83].

По методике Кочурова Б.И. нами выявлены степень деградации геосистемы, установлены участки, требующие стабилизации ситуации, выделены районы относительно нормальных, фоновых геоэкологических ситуаций для сравнения.

По этой методике, по степени геоэкологического нарушения в районе нами выделены зоны.

Надо отметить, что единого метода оценки состояния геоэкологических условий пока не разработано, поэтому такая оценка проведена нами через характеристику состояния отдельных компонентов среды [38].

Методика исследования требовала поэтапной его реализации, поэтому диссертационная работа выполнялась поэтапно, в период 2015-2020 гг. Первый этап включал изучение и анализ фондовой (неопубликованной) и опубликованной литературы, электронных ресурсов интернета и архивных сайтов по геологии, геоэкологии водохранилищ, в том числе водохранилища «Гаджикское море». Особенно тщательно изучались первичные аналитические материалы Кайракумской ГЭС, МТС в период с 1950-х годов. На втором этапе были проведены полевые, натурные наблюдения, визуальное описание природных объектов (компонентов) системы водохранилища «Гаджикское море», выборочное опробование поверхностных и подземных вод, почв, коренных пород, растений и подводных

отложений водохранилища, документация наблюдений, а также картографирование объектов. Третий этап состоял из обработки результатов визуальных и аналитическо-лабораторных работ, оцифровке картографических материалов, обобщения результатов. Четвертый этап содержал работы по обработке результатов полевых и лабораторных исследований, выявление закономерностей, построение карт, разрезов, диаграмм. По результатам каждого этапа были опубликованы статьи, тезисы, они также были апробированы на различных научных симпозиумах, конференциях, семинарах.

ГЛАВА 3. ПРИРОДНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЙОНА ВОДОХРАНИЛИЩА «ТАДЖИКСКОЕ МОРЕ»

Район водохранилища «Таджикское море» расположен севернее Туркестанского хребта, в Ферганской долине, в бассейне р.Сырдарьи. Крупным ее притоком является р.Исфара. в природно-географическом отношении район водохранилища «Таджикское море» представляет собой крупную лошину, заключенную между грядой хребтов Срединного Тянь-Шаня (с севера) и Южного Тянь-Шаня (с юга) (рис.3.1).

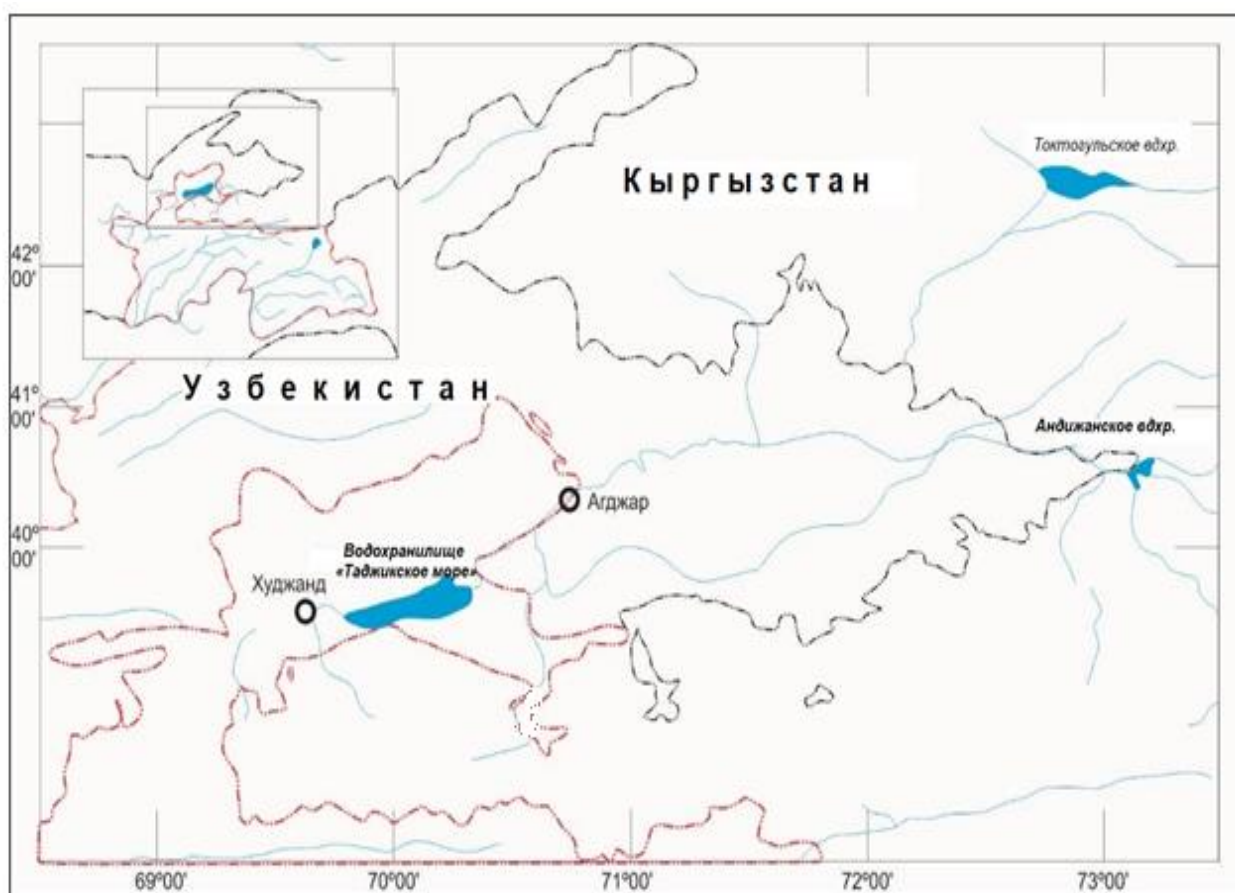


Рисунок 3.1. Водохранилище «Таджикское море»

Водохранилище «Таджикское море» представляет собой составную часть Сырдарьинской речной энергетическо-ирригационной системы (рис.3.2.).

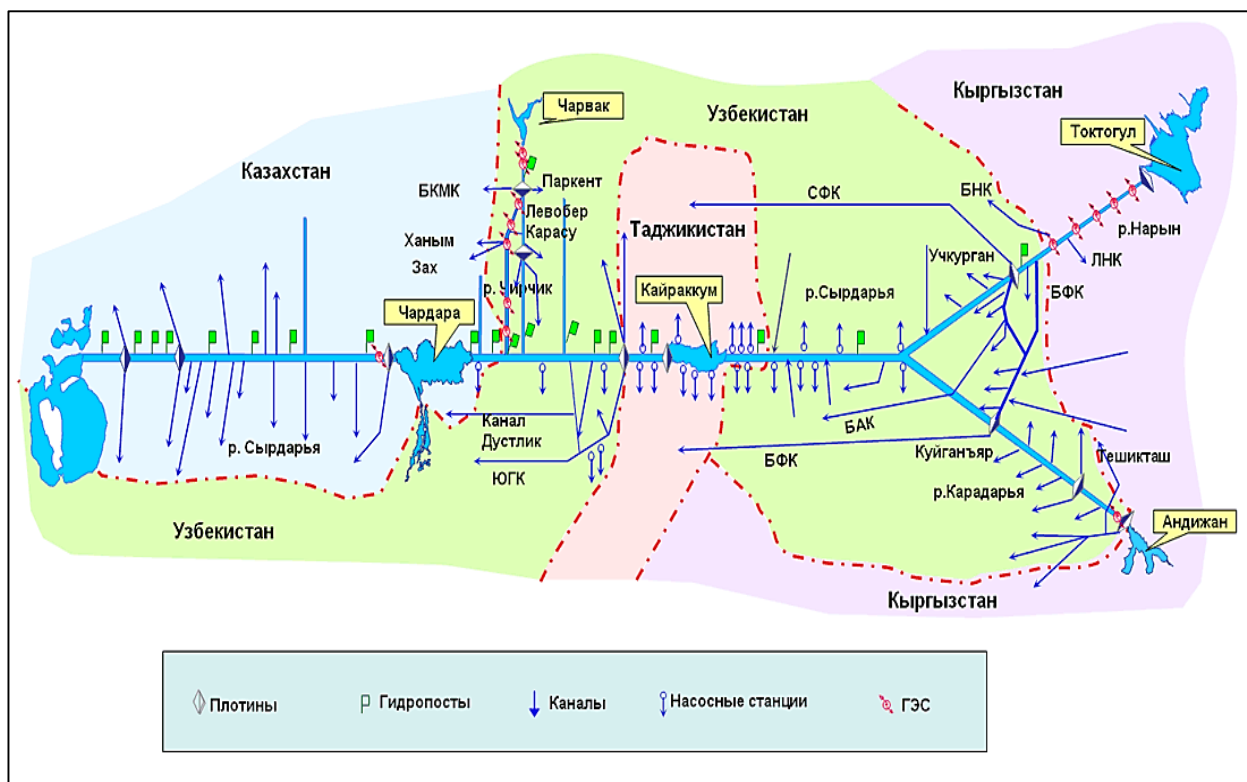


Рисунок 3.2. Район водохранилища «Таджикское море» как часть Сырдарьинской речной энергетическо-ирригационной системы. Источник - <http://cawater-info.net/syrdarya-knowledge-base/i/syrdaryascheme.gif>

3.1. Особенности геологического строения района водохранилища

В геолого-структурном отношении район водохранилища «Таджикское море» относится к каледонским структурам Срединного Тянь-Шаня, перетерпевающим эпиплатформенный этап [51, 150]. Согласно геолого-географическому районированию [50], район водохранилища принадлежит Северо-Восточному Таджикистану, главным геоструктурным элементом которого является Ферганская депрессия (рис.3.1.1).

Ферганская депрессия расположена между каледонским горным сооружением Срединного Тянь-Шаня на севере и герцинским – Южного Тянь-Шаня на юге. Она представляет собой глубоко заложенную сложную структуру эпиплатформенного этапа развития. На территории Северного Таджикистана находится только часть – западное окончание депрессия, а значительная ее восточная часть развита на территории соседнего Узбекистана и Кыргызстана

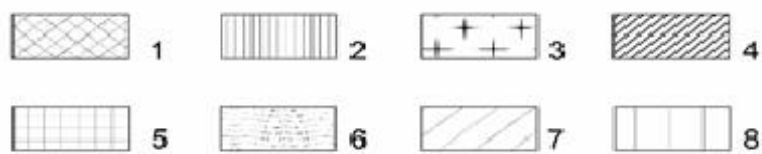
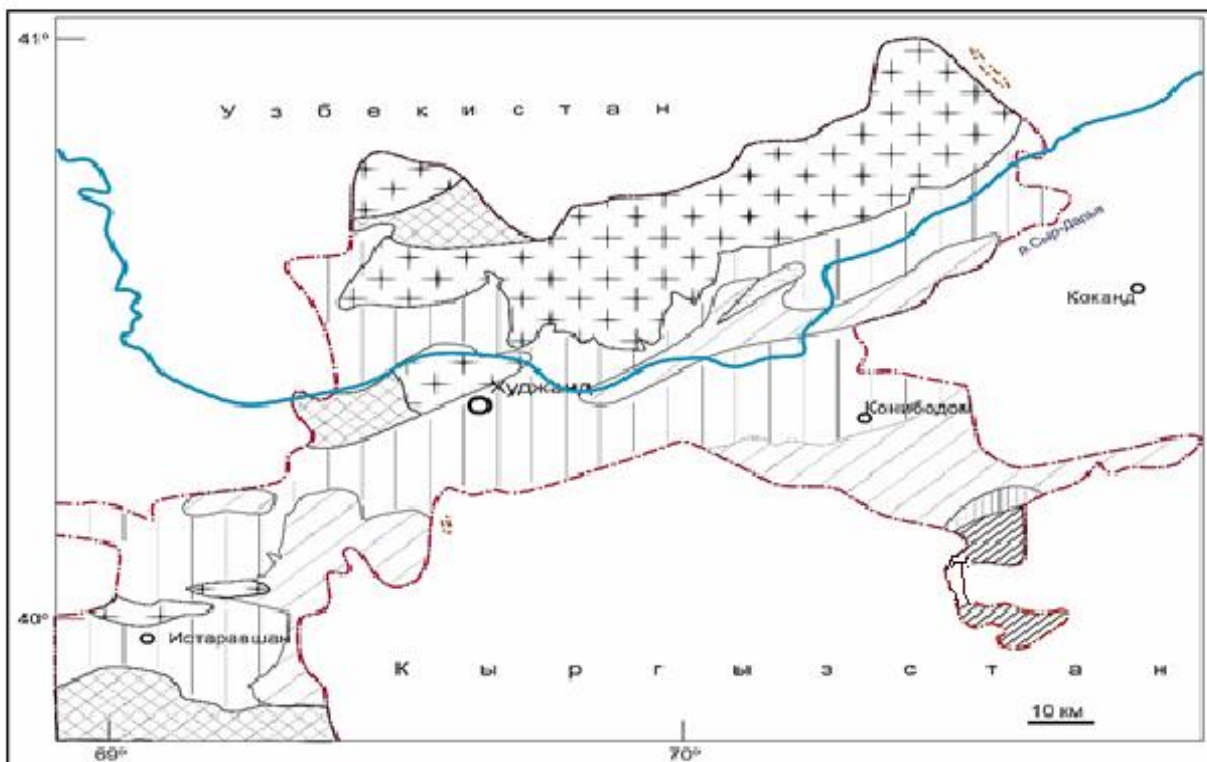


Рисунок 3.1.1. Схематическая геологическая карта Северного Таджикистана (района водохранилища «Таджикское море» (из Геологической карты Таджикской ССР, 1984 [50]).

1 - PZ_1 – метаморфические комплексы, 2 - $S-C_1$ – карбонатно-сланцевые комплексы, 3 - $C-P$ – вулканические и интрузивные комплексы, 4 - $K-P$ – морские карбонатно-лагунные формации, 5 – P - морские отложения, 6 – $P-N$ - субконтинентальные, лагунные формации; 7 - $N-Q$ – молассовый комплекс, 8 - Q – современные отложения.

Основная часть современных геологических структур депрессии сформирована на альпийском тектоническом этапе. В рельефе геологические структуры прослеживаются в виде четко выраженных орографических зон: аккумулятивные поверхности (водохранилище «Таджикское море» и прилегающие к нему территории); адырные поднятия и предгорные хребты с внутригорными впадинами (рис.3.1.2).

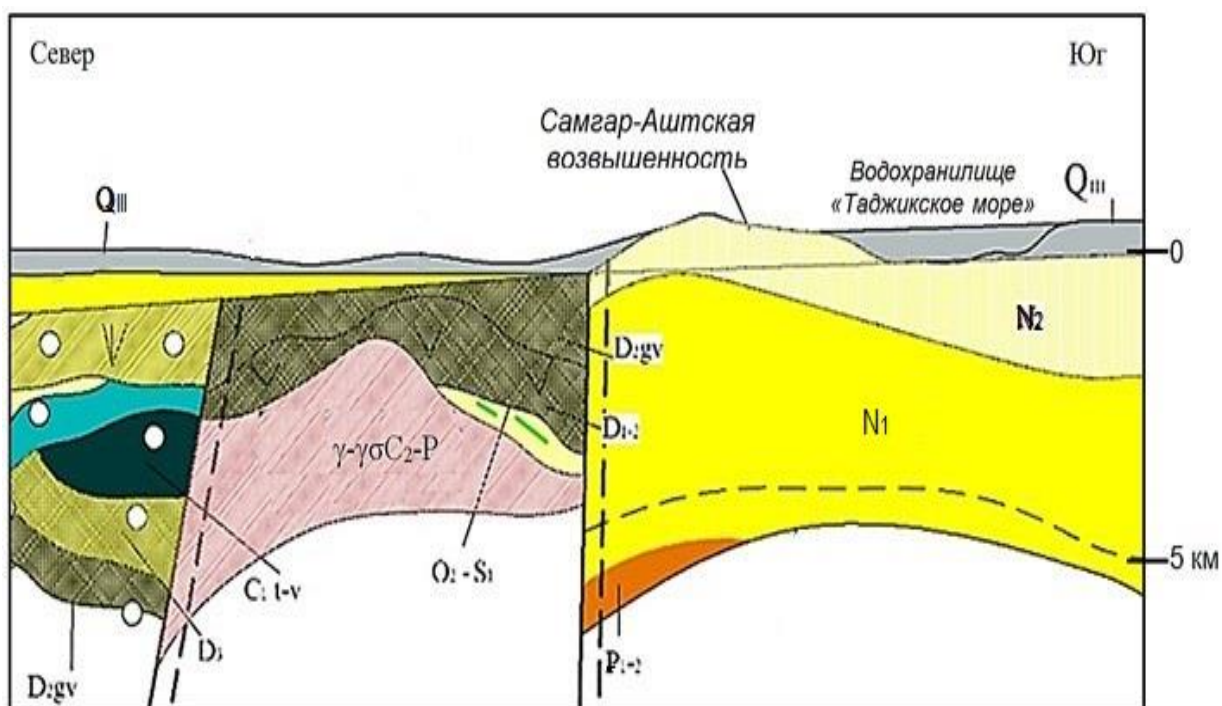


Рисунок 3.1.2. Геологический разрез через район водохранилища «Таджикское море» (по [50]). Вертикальный масштаб увеличен.

1 - D_{1-2} – осадочно-метаморфические комплексы, 2 - D_{1gv} – карбонатно-сланцевые комплексы, 3 - D_3 – нерасчлененный комплекс, 4 – $\gamma\text{-}\gamma\delta C_2\text{-P}$ – гранитоидные интрузивы с вулканитами, 5 – N_1 – континентальный терригенный комплекс межгорных прогибов; 6 – N_2 – континентальный красноцветный комплекс, 7 - Q_{III} – современные отложения.

Абсолютная высота окружающих район водохранилища хребтов - 1500-2000 м. Склоны расчленены многочисленными сухими саями.

Внутренние впадины, расположенные между главными и предгорными хребтами имеют равнинную, местами волнистую и наклонную поверхность (конусы выноса небольших рек южного склона Кураминского и северного склона Туркестанского хребтов).

Центральная часть района водохранилища окружена полого-выпуклыми, местами почти плоскими адырными поднятиями, развитыми на высотах 800-1200 м. от передовых хребтов они отделены межгорными впадинами, массивами.

В результате многолетнего, с 20-х годов прошлого века, изучения района выявлены основные черты его геологии, стратиграфии, тектоники, неотектоники, а также гидрогеологии, инженерной геологии, установлены особенности эволюции, восстановлена история геологического развития.

Район исследований находится в пределах Ферганской депрессии - крупной межгорной впадины, обрамленной с юга – Туркестанским и Алайским горными хребтами, а с севера – Чаткальским и Кураминским хребтами. Она заложена на каледонско-герцинский фундамент, сложенный палеозойскими комплексами. Депрессия на юге отделяется Южноферганским глубинным разломом от сильно дислоцированных и метаморфизованных карбонатно-терригенных ранне-среднепалеозойских формаций с маломощными вулканогенными прослоями, а на севере – Североферганским глубинным разломом от мощных глыбово-складчатых комплексов магматического, интрузивно-эффузивного происхождения с фрагментарно выходящими карбонатно-терригенными отложениями.

Комплексы платформенного этапа сложены мезозой-кайнозойскими образованиями, образуют прогиб, структурно представляющий собой синклинорий.

Этап пенепленизации района наступает в конце палеозоя, после мощного вулканизма. Этот этап продолжается долгое время вплоть до конца раннего мелового периода. Меловые отложения в районе занимают часть Мурзарабатской впадины, которая окружает горы Могол-Тау с севера. Эти комплексы картированы на юго-западной окраине Кураминского хребта (Токмак, Кан-Сай), далее прослеживаются в районе сел Кара-Мазар, Долоны и Шайдан, изредка в приосевых частях Кураминского хребта. Меловые отложения смяты в мелкие синклинали, в ядре которых развиты отложения палеогена [134].

Во всех районах выходов, позднемеловые отложения залегают со стратиграфическим и угловым несогласиями на поверхности палеозойских комплексов.

Для отложений района как и всего Северного Таджикистана характерны такие особенности как небольшая мощность, а также красноцветный песчано-глинистый состав. В прослоях обнаружены морские фауны. Эти особенности меловых комплексов является характерной региональной чертой чем они отличаются

от меловых разрезов Северной Ферганы (на территории Узбекистана и Кыргызстана), где представлены мощными красноцветными толщами. У села Шайдан нижнемеловые отложения представлены толщей мощностью 120 м, состоящей из светло-серых мергелистых песчаников, глин и глинистых песчаников, а в районе села Долона, где обнажаются ярко-красные глинистые, фиолетово-серые рыхлые песчаники, зеленые песчанистые глины с прослоями белых песчаников, гипсоносных песчаников и гипсов, мощность меловых отложений составляют всего 25 м. В районе Кураминского хребта и Мурзарабатской впадины верхнемеловые отложения имеют мощность 80 м и представлены красноцветными песчаниками, конгломератами с пластами мергелей.

Меловые отложения согласно перекрываются известняками бухарского яруса (P_{1bh}). В палеогеновое время наступает морской режим. Мощность отложений бухарских, сузакских, алайских и туркестанских слоев, сложенных известняками, местами загипсованными, глинами, мергелями превышает 100 м (южный склон Кураминского хребта). А у южном подножье Кара-Мазара, в верхах разреза появляются риштанские слои, общая мощность наращивается до 110 м.

Эпилаплатформенный этап развития района начинается накоплением неогеновой континентальной красноцветной толщи. В условиях типичного межгорного прогиба накапливаются грубообломочные отложения.

Длительный спокойный континентальный режим в Ферганской котловине в течение всего четвертичного периода обеспечил область постепенного накопления осадков. Ритмичное опускание, временами нарушаемое пролювиальными и эоловыми процессами, привели к накоплению различной слоистости. Исследователи связывают эту периодичность с изменения климата в четвертичное время.

Этот режим определяет современный облик Ферганской депрессии, который создан мощным аллювиальными, пролювиальными, комплексами р.Сырдарьи, с отложениями сухих дельт, эоловых песков, лессов и лёссовидных пород. Лессовые комплексы образуют обширный покров на первой террасе и слагают периферические части сухих дельт. По мнению Васильковского Н.П. [37] лёссы

первой надпойменной террасы представляют собой образования аллювиального, а у внутреннего края – делювиального и пролювиального генезиса. Мощный покров лессов слагает плащ - верхнюю часть Ферганской впадины.

Мощность мезозойских и кайнозойских комплексов достигает 10–12 км, а четвертичных отложений – 700 м. Мощность современной русловой фации р.Сырдарья, представленная обломочным, позднеплейстоцен-голоценовым, материалом, достигает 5-20 м. Плейстоценовые отложения представлены пестрыми глинами и слабо сцементированными песчаниками. Мощная толща осадков четвертичного времени (сырдарьинский и голодностепский комплексы) имеют в основном пролювиально- аллювиальное происхождение, а озерные, эоловые и делювиальные отложения в районе имеют резко подчинённое значение.

В связи с тем, что кайнозойские комплексы составляют основу водохранилища «Таджикское море», то подробная их характеристика представляется важной для выяснения геологических особенностей района.

Итак, верхняя, покровная часть района водохранилища, представлена кайнозойскими отложениями, общей мощностью свыше 10 км. Применительно к району работ целесообразно описать осадочные комплексы согласно стратиграфической схеме Васильковского Н.П., усовершенствованный в последствии другими геологами [51, 134] (табл.3.1).

Таблица 3.1. - Стратиграфическая схема кайнозойских комплексов района водохранилища «Таджикское море» по Васильковскому Н.П. [37] с дополнениями автора

Ин-декс	Возраст	Свита (слои)	Горизонт	Обозначение
Верхний комплекс				
Q _{IV}	Современные	Песчано-галечниковая, покровная	Верхний	C ₂
Q _{II-III}	Средне- и верхнечетвертичные	Пестрые песчаники, глины, пески	Нижний	C ₁

N ₂	Плиоцен	Палевая	Верхний	B ₂
N ₁	Миоцен	Бурая	Нижний	B ₁
Нижний комплекс				
P ₃ +N ₁	Олигоцен–миоцен	Гипсоносная	Верхний	A ₂
P+N ₁	Олигоцен–миоцен	Соленосная	Нижний	A ₁

Эта схема на наш взгляд примечательна тем, что отложения разбиваются на возрастные подразделения с учетом вещественного состава. Это очень важно для оценки геоэкологических условий района водохранилища, поскольку состав пород для оценки устойчивости водоема этом играет ключевую роль.

По вышеназванной схеме кайнозойские отложения района подразделяются на нижний и верхний комплексы. Верхний комплекс относится к образованиям четвертичного возраста, в нем выделяются несколько горизонтов. Нижний комплекс относится к неогеновым образованиям. Между комплексами – контакт несогласный. Породы нижнетретичного комплекса сильно дислоцированы.

Слои нижнего (неогенового) комплекса, как было отмечено выше, сильно дислоцированы. Нижний комплекс включает два горизонта – нижний A₁ (соленосная) и верхний A₂ (гипсоносная). Переход от свиты к свите постепенный. Соленосная свита развита севернее района. Породы гипсоносной свиты слагают наиболее возвышенные участки района и обнажены на хребтах Ак-Чоп, Ак-Бель, Супе-Тау, Кизыл-Джар. Гипсоносная свита состоит из нижней, песчаниковой и верхней песчано-глинистой частях, в них развиты большое количество пластов гипса. Характерной особенностью всей гипсоносной свиты является сильная плейчатость пластов, которые собраны в мелкие складки, нарушенные небольшими разрывами. Общая мощность гипсоносной свиты превышает 2 км.

Бурая свита B₁ миоцена обнажается на крыльях антиклиналей Ак-Чоп, Ак-Бель, Махау-Тау и представлена песчаниками, известковистыми глинами, мергелями с прослоями известняков. Мощность свиты колеблется от 400 до 1200 м.

Палеовая свита B_2 обнажается на склонах хребтов Ак-Чоп, Ак-Бель и Махау-Тау. Свита представлена мергелями, глинами и песчаниками, в ней известняки отсутствуют. В отличие от свиты B_1 в ней преобладают песчаники (до 70%). Мощность свиты превышает 200 м.

Четвертичные отложения подразделяются на древне-, средне-, верхнечетвертичные и современные. Древнечетвертичные отложения представлены горизонтом пестрых глин и песчаников C_1 и горизонтом песков и галечников C_2 . Пестрые глины и песчаники C_1 выходят в районе горы Ак-Бель, переходят в верховьях водохранилища на левый берег, где слагают останцы, представленные песчаниками, мергелями и глинами. Для свиты характерны пестрые глины и слюдястые песчаники., что указывает по нашему мнению, на озерное их происхождение. Мощность C_1 колеблется от 150 до 250 м.

Горизонт песков и галечников C_2 распространена южнее склонов Ак-Чоп, и представлена светло-серыми песками, гравием, темно-коричневыми песчаниками, мелкообломочными конгломератами и пестрыми глинами. Отложения свиты C_2 представляют собой фации краевых частей конусов выноса, которые в районе имеют широкое развитие. Углы падения древнечетвертичных отложений $10-70^\circ$, что указывает на их сильную дислоцированность. Общая мощность свиты около 300 м.

Горизонт C_2 свиты С перекрывается с резким угловым несогласием в гряде Акчоп–Акбель–Супетау четвертичными отложениями свиты D с желтовато-серыми глинами, супесями и тонкозернистыми песками с прослоями сильно засоленных и загипсованных галечников и щебня. Отложения свиты D в этой гряде также являются сильно дислоцированными, их мощность превышает 100 м. А на левом берегу Сырдарьи свита D представлена серыми рыхлыми конгломератами с прослоями лёссов и, залегает согласно на конгломератах, глинах и песчаниках свиты C_2 .

Горизонт рыхлых галечников и брекчий с прослоями глины и песчаников, т.н. адырные конгломераты мощностью 10-15 м перекрывают слои свиты D. Отложения горизонта слабо дислоцированы, с углами падения $2-10^\circ$, и залегают с

угловым несогласием на более древних отложениях и развита на крыльях антиклинальной гряды, а в средней части гряды образуют субгоризонтальные террасы, расположенные гипсометрически выше на 100-120 м и 180 м уровня р.Сырдарьи.

Стратиграфически выше по разрезу развиты лёссы и сопряженный с ним самый верхний, молодой (Q_{III}) пролювиальный комплекс межадырной впадины. К самым молодым образованиям района (Q_{III-IV}) относятся галечники низких террас, а также пески эолового происхождения, связанные с развеванием аллювиальных и пролювиальных осадков, отложений такырных зон и озера Аксукон.

3.2. Современные отложения и инженерно-геологические условия района водохранилища

Современные (четвертичные образования) по вещественному составу подразделяются на различные комплексы. Объединение отложений в комплексы позволяет выделить конкретные и целостные геологические образования, характеризующиеся единством условий образования, и самое главное – временем, т.е. стратификацией (рис.3.2.1).

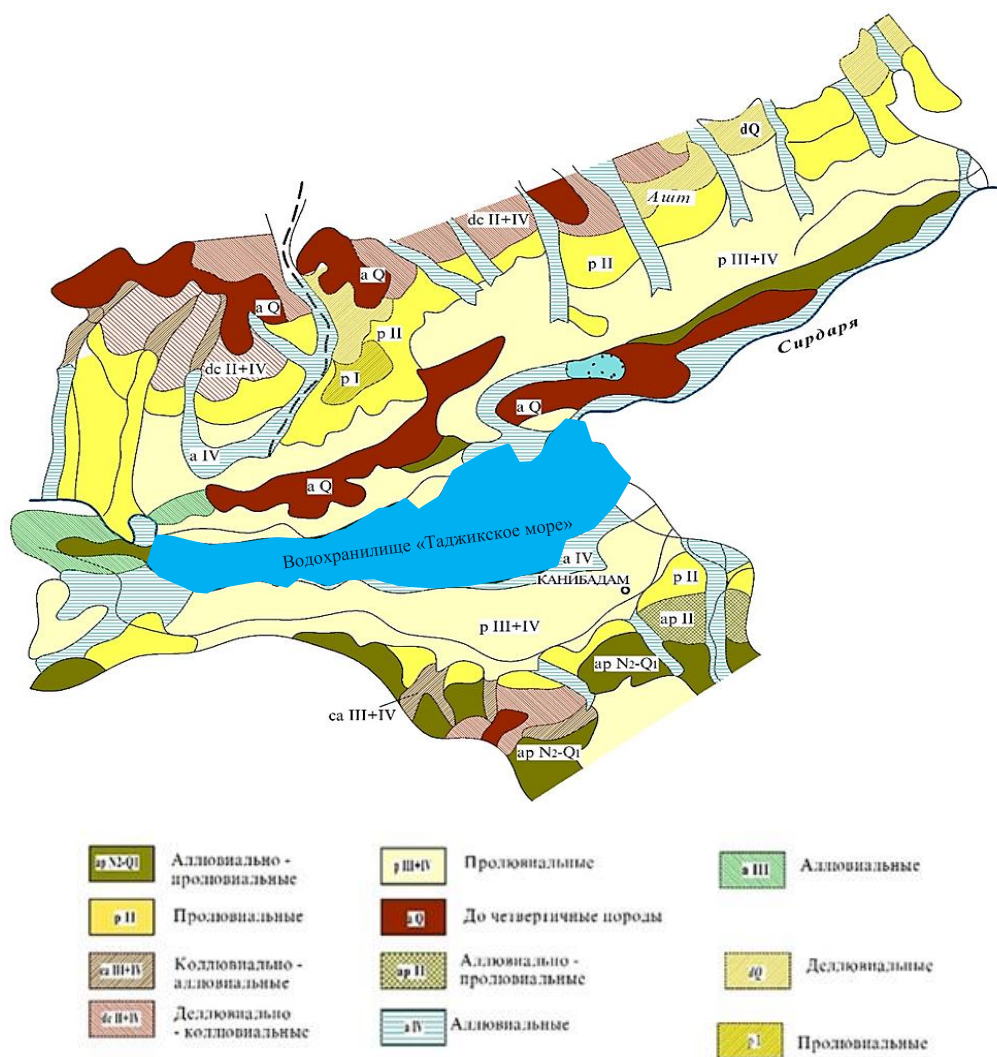


Рисунок 3.2.1. Карта четвертичных отложений и инженерно-геологические комплексы района водохранилища «Таджикское море»

Согласно стратиграфической схеме четвертичных отложений Северного Таджикистана [134], применительно к району водохранилища «Таджикское море» выделяется ряд комплексов.

Четвертичные отложения приурочены к 4 районам: Туркестанский, Южный, Центральный и Северный и представлены следующими комплексами: сохским, ташкентским, голодностепским и сырдарьинским.

Сохский комплекс Q_{1sk} , подразделяется на два подкомплекса, зафиксированные в развитии структур, формировании рельефа и осадконакоплении (раннесохский Q_{1sk1} , позднесохский Q_{1sk2}).

Раннесохский подкомплекс Q_{1sk_1} состоит в целом из аллювиальных, пролювиальных и полигенных отложений. В Туркестанском районе подкомплекс приурочен к Ворухской грабен-синклинали и представлен аллювиальными конгломератами, пролювиальными брекчиями и щебнем. Конгломераты темно-серые, крепко сцементированные, с линзами и прослойками крупнозернистого песка и серой глины. Мощность 25 м. В Южном районе, в Чоркух-Самаркендекской грабен-синклинали подкомплекс мощностью 80 м состоит из валунно-галечников и глыбово-щебнистых пород, залегающих на размытой поверхности палеогена и неогена. В Центральном районе отложения подкомплекса несогласно залегают древние породы, предоставлены аллювиальными конгломератами мощностью до 150 м. В Северном районе раннесохские отложения выражены конгломератами темно-серого цвета мощностью до 200 м.

Позднесохский подкомплекс Q_{1sk_2} имеет аллювиальное, аллювиально-озерное и полигенное происхождения. Мощность их от первых метров (лессы, суглинки 1-3 м) до 180 м.

Ташкентский комплекс Q_{pts} приурочен к узкой долине палеореки Исфары и подножьям интенсивно вздымающихся горст-антиклиналей, имеет пролювиально-коллювиальное происхождение. Подразделяется на ранне- и позднеташкентские подкомплексы Q_{pts_1} и Q_{pts_2} . Раннеташкентский подкомплекс в Туркестанском районе представлен конгломератами и крупнозернистыми песками мощностью до 25 м. В Южном районе он представлен маломощными (до 3-5 м) валунно-галечными конгломератами темно-серого цвета, в Центральном - аллювиальными конгломератами (до 50 м), а в Северном – фрагментарно, аллювиальными конгломератами, изредка пролювиальными брекчиями и щебнями (до 30 м).

Позднеташкентский подкомплекс Q_{pts_2} – это аллювиальные конгломераты на цокольных террасах мощностью около 20 м, а также озерные отложения (ленточные глины, супесь, пески мощностью 10 м.

Голодностепский комплекс Q_{IIIgl} подразделяется на ранне- (Q_{IIIgl_1}) и поздне- (Q_{IIIgl_2}) голодностепский подкомплексы. Раннеголодностепский подкомплекс представлен аллювиальными отложениями террасы р.Исфары, ее притоков с темно-серыми конгломератами, супесью и суглинками мощностью 15 м. Позднеголодностепский подкомплекс имеет озерное, аллювиально-озерное, пролювиальное и коллювиально-делювиальное происхождение, состоит из брекчий и щебня различного состава. Мощность до 12 м.

Сырдарьинский комплекс Q_{IVsr} занимает первую и вторую террасы и поймы, представлен русловой и пойменной фациями, состоящими из темно-серых валунно-галечных и гравийно-песчанистых отложений мощностью до 8 м [199].

Для изучения геоэкологических условий и оценки их современного состояния важную роль играют инженерно-геологические комплексы, т.е. совокупность генетических типов современных отложений, имеющих сходные генетические особенности и занимающие характерные и конкретные территории (площади) размещения (развития) [72, 144, 199].

Нами в районе водохранилища «Таджикское море» выделяются следующие инженерно-геологические комплексы (по масштабам распространения) (см.рис. 3.2.1.):

1. Аллювиальные отложения
2. Делювиальные отложения
3. Проллювиальные отложения
4. Аллювиально-пролювиальные отложения.
5. Эоловые отложения
6. Озерные отложения

1. Аллювиальные образования, представленные отложениями II надпойменной террасы р.Сырдарьи, развиты в центральной части левобережья водохранилища «Таджикское море», а также в его верховьях, в районе правого берега. Аллювиальные отложения представлены лессовидными суглинками, супесями, песками, подстилаемыми гравийно-галечными образованиями.

2. Делювиальные отложения развиты лишь вблизи створа плотины и представлены пылеватыми супесями, местами перекрытыми разнозернистыми песками.

3. Пролювиальные отложения. Современные пролювиальные отложения в районе имеют широкое распространение. Они образуют веерообразные конусы выноса, обычно сливающиеся и формирующие непрерывный шлейф у подножья гор, на бортах речных долин и саев. Они представлены несортированным обломочным материалом с примесью песчано-глинистых пород. По составу обломков они соответствуют горным породам, слагающим водосборный бассейн саев и водотоков.

Среди пролювиальных отложений в пределах Исписарского участка выделяются отложения конуса выноса г.Ходжа-Бакирган, а также отложения периферийных частей предгорных шлейфов. Литологические пролювиальные отложения представлены на участке линзообразным чередованием суглинков, супесей, галечников и реже – песков, часто связанных между собой постепенными переходами. На участке наблюдается частое переслаивание литологических горизонтов, наличие множества прослоев, линз и фациальных переходов.

Юго-восточная часть Исписарского участка сложена отложениями межконусного пролювия, представленного преимущественно суглинками с линзами супеси и галечника с суглинистым заполнителем.

В пределах Канибадамского участка отложения конусов выноса распространены в восточной части его и представляют собою северо-западную часть конуса выноса р. Исфары, на остальном пространстве располагаются отложения периферийных частей мелких конусов выноса. В пределах участка пролювиальные образования развиты повсеместно, и лишь местами перекрыты маломощными отложениями других генетических типов.

Для Махрам-Канибадамского участка характерна сравнительная выдержанность литологических горизонтов при значительном площадном распространении. Северо-восточная часть участка сложена преимущественно отложениями об-

ширного конуса выноса р. Исфары. Западная часть участка сложена пролювиальными осадками. Пролувиальные отложения представлены неправильным чередованием суглинков, супесей, галечников и песков [201].

Отложения пролювия содержат большое количество тонкого, мелкозернистого материала, удельный вес которого в вершине конуса выноса уменьшается.

4. Аллювиально-пролювиальные отложения являются продуктом совместного осадконакопления реки Сырдарьи и ее боковых притоков, крупнейшими из которых являются р. Исфара и р.Ходжа-Бакирган).

Отложения периферийной части предгорного шлейфа и отложения р.Сырдарьи отличаются преобладанием в разрезе мелкозёмов. Отложения периферийной части конусов выноса рр. Исфары и Ходжа-Бакиргана, переслаивающиеся с отложениями р.Сырдарьи, характеризуются чередованием песков и галечников с суглинками и супесями, в толще которых имеются слои песка, гравия, галечника.

Аллювиальные и аллювиально-пролювиальные инженерно-геологические комплексы слагают современные террасы. Чередующиеся пойменные террасы подвергаются непрерывному размыванию тальвегов, наполненных проточной водой стариц и свежих речных отложений.

5. Эоловые отложения распространены в северо-восточной части района водохранилища. Они представлены мелкозернистыми пылеватými песками, лежащими на аллювиально-пролювиальных образованиях, и образуют группы барханов, дюн высотой до 10 м. Эоловые комплексы занимают равнины, которые усложнены песчаными буграми, песчаными гривами, барханами, прослеживающийся в пределах левобережных верховья водохранилища. Абсолютные отметки такой равнины 347-387 м от уровня моря.

6. Озерные отложения распространены в пределах озера Хашим-куль и в верховьях водохранилища, южнее Ак-Джар-Наукадской гряды. Литологический они представлены пылеватými супесями мощностью 4-6 м, залегающими на пролювиальных образованиях. Озерные и пролювиальные инженерно-геологические комплексы образуют плоско-горизонтальные равнины.

3.3. Геоморфологические особенности района водохранилища

Район водохранилища «Таджикское море» расположен севернее Туркестанского хребта, в Ферганской долине, в бассейне р.Сырдарья. Крупным ее притоком является р.Исфара. Район водохранилища «Таджикское море» представляет собой крупную лощину, заключенную между грядой хребтов Срединного Тянь-Шаня (с севера) и Южного Тянь-Шаня (с юга) (рис. 3.3.1.).

Территория района работ охватывает западное окончание Ферганской депрессии и ограничивающие ее с севера горы. Река Сырдарья разделяет эту часть депрессии на право- и левобережную части. Правобережье ограничено на севере Кураминским хребтом (высотой до 3768 м) и невысоким горным кряжем Моголтау (рис.3.3.1). На левом борту реки развиты несколько террас, к югу от которых протягивается предгорная равнина, прорезанная густой сетью долин постоянных и временных потоков.

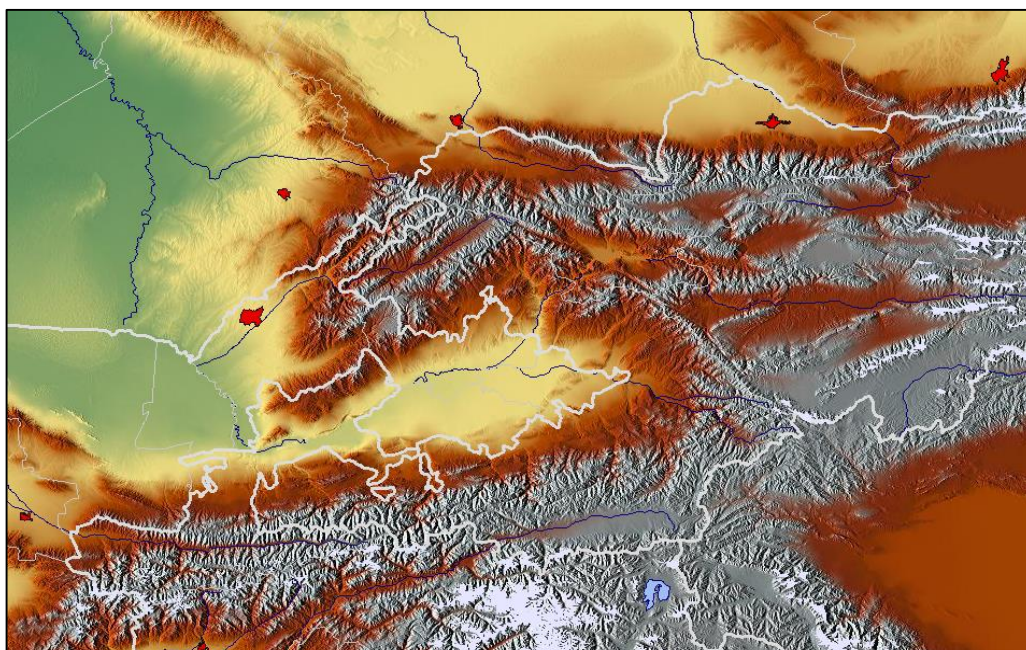


Рисунок 3.3.1. Рельефная карта расположения района водохранилища «Таджикское море» (в пределах бассейна р.Сырдарья).

На юго-западе район ограничивается отрогами Туркестанского хребта, т.н. Уратюбинской грядой. Южнее, вдоль северных склонов Туркестанского хребта, располагается Шахристанская котловина.

В геоморфологическом отношении Ферганская депрессия характеризуется развитием эрозионно–тектонического и денудационно–аккумулятивного типа рельефа (рис. 3.3.2).

Первый тип развит на поверхности гряд Кизыл–Джар–Ак–Бель, второй – на пониженных участках, Караконской и Аксуконской низинах (рис.9). В пределах эрозионно–тектонического рельефа выделяется два морфологических типа: низкогорный грядово–холмистый и низкогорный увалистый, сформировавшиеся в результате тектонических поднятий в средне- и позднечетвертичное время [196].

Денудационно–аккумулятивный рельеф также подразделяется на два морфогенетических типа: плоско–волнистую, увалисто–волнистую и озерно–пролювиальную равнины, имеющие более позднее время формирования, условно относимое к позднечетвертичному–современному времени.

Абсолютные отметки поверхности гряд Кызил–Джар–Акбель колеблется в пределах 600–900 м. Абсолютные отметки равнин (Каракон, Каравак) составляют 450–500 м. относительное превышение форм рельефа таким образом достигает 100 м [59].

В более крупном масштабе, район водохранилища «Таджикское море» по строению поверхности делится на следующие геоморфологические типы рельефа:

1. Эрозионно-тектонический,
2. Денудационно-аккумулятивный,
3. Эрозионно-аккумулятивный.

1. Эрозионно-тектонический тип рельефа морфологически представлен низкогорным грядово-холмисты рельефом, образовавшимся в результате незначительного, но быстрого поднятия и интенсивного эрозионного расчленения. Этот морфологический тип рельефа развит на площади неогеновых и древнечетвертичных пород правого берега и в верховьях водохранилища, а также вдоль левого берега, где распространены останцы, сложенные дислоцированными верхнетретичными и древнечетвертичными образованиями.

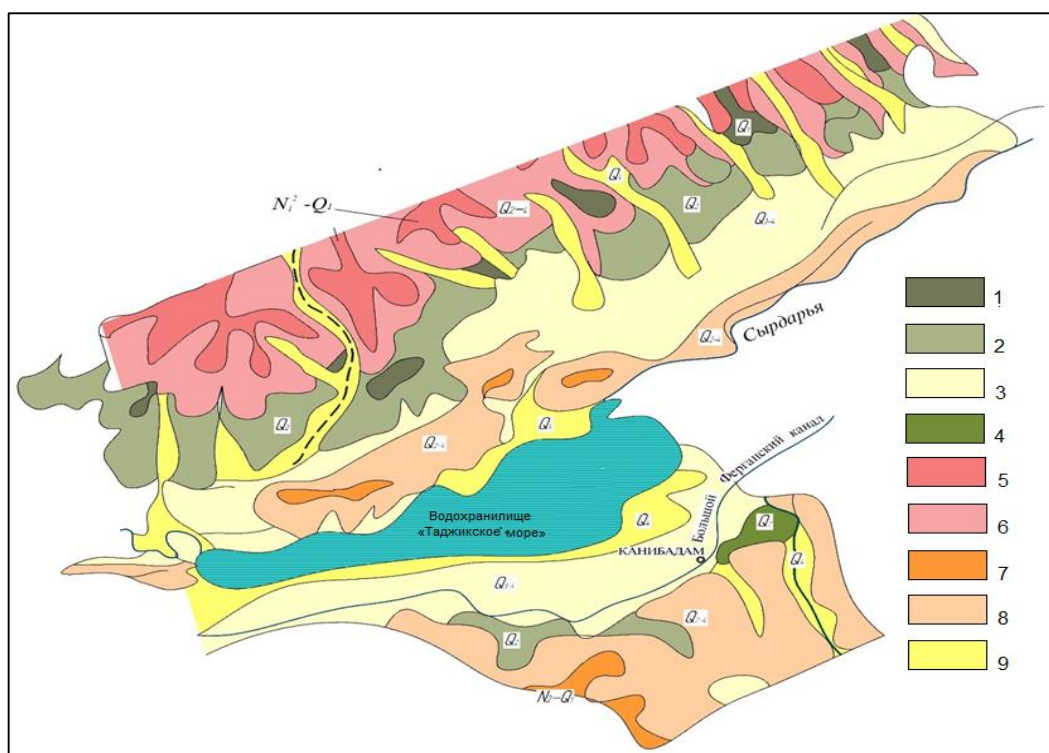


Рисунок 3.3.2. Основные типы рельефа района водохранилища «Таджикское море».

Проллювиальные формы: 1 – нижнечетвертичные проллювиальные наклонные равнины и крупные конусы, выноса, глубоко и дробно расчлененные; 2 – среднечетвертичные проллювиальные наклонные равнины и крупные конусы выноса, значительно и дробно расчлененные; 3 – верхнечетвертичные и современные слабонаклонные проллювиальные равнины и крупные конусы выноса, слабо расчлененные и нерасчлененные; Аллювиальные и проллювиально-аллювиальные формы: 4 – среднечетвертичные аллювиальные и проллювиально-аллювиальные террасы и равнины, значительно и дробно расчлененные; эрозионные поверхности: 5 – островершинные узкие водораздельные гребни и крутые поверхности склонов с фрагментами эрозионных террас и отмерших долин; 6 – поверхности крутосклонных v-образных долин с фрагментами эрозионных и цокольных террас, часто перекрытых плащом делювия и коллювия; Эрозионные и денудационные поверхности: 7 – пологие склоны и террасовидные поверхности хребтов Ферганской впадины; 8 – пологосклонный, холмистый и холмисто-грядовый рельеф долин Ферганской впадины; поверхности гравитационных накоплений: 9 – беспорядочно - бугристый рельеф крупнейших обвальных нагромождений.

2. Денудационно-аккумулятивный тип рельефа занимает обширное пространство, включая оба берега р.Сырдарьи. По генетическим и морфологическим признакам этот тип рельефа представлен:

а) предгорной наклонной равниной с отметками 350-400 м, представленной выровненной поверхностью слившихся пролювиальных шлейфов. Участки этой формы рельефа имеют общий уклон в сторону водохранилища «Таджикское море» от 0,010 до 0,005 км/км.

3. Эрозионно-аккумулятивный рельеф представлен следующими подтипами рельефа:

а) наклонной аллювиально-пролювиальной, слегка всхолмленной равниной с общим уклоном в сторону водохранилища, с абсолютными отметками 348-385 м.

б) озёрно-аллювиальной равниной, занимающей центральную левобережную часть верховьев водохранилища и район озера Хашим-куль. Равнина имеет незначительный уклон (0,001 км/км) и покрыта в верховьях болотами, солончаками, такырами и усложнена эолово-аккумулятивными формами рельефа – барханами, дюнами, песчаными грядами. Абсолютные отметки равнины равны 348-362 м.

в) аллювиальной равниной, представленной надпойменной террасой р. Сырдарьи, возвышающейся над меженным уровнем на 1,5-4,0 м. Она развита на обоих берегах и верховьях водохранилища. Абсолютные отметки равнины 347,5-352,0 м.

г) эоловой равниной, усложненной песчаными буграми, песчаными гривами, барханами, прослеживающийся в пределах левобережных верховья водохранилища. Абсолютные отметки равнины 347,5-387,5 м.

Рельеф района водохранилища имеет длительную историю. Формирование современного рельефа Ферганской впадины берет начала с меловое и палеогеновое время, когда она представляла собой депрессию. А формирование современной орографии происходило в неогеновое время, когда началось воздымание Кураминского и Туркестанского хребтов. В неогеновое и четвертичное время во впадине накапливаются отложения соленосной, гипсоносной, палеовой, бурой свит, имеющих распространение в пределах правого берега и в верховьях водохранилища [37, 205].

Во впадину с окружающих поднятий поступали продукты разрушения, отлагаясь в виде мощных конусов выноса. Эти конусы выноса передвигались к осевой части впадины, наклоненные к осевой части впадины. В связи с тактическими движениями конца неогена был образован ряд поднятий, продолжалось накопление мощных древнечетвертичных отложений. К этому времени и относится накопление осадков свиты древнечетвертичных глин и песчаников.

Таким образом геоморфологическое строение Ферганской впадины характеризуется наличием ряда различных в генетическом отношении элементов, обуславливающих своеобразие ландшафтов:

1. формы плоскостной пролювиальной аккумуляции (предгорные равнины);
2. структурные, в основном складчатые возвышенности;
3. эрозионно-аккумулятивные формы долины р.Сырдарьи.

Эволюция Ферганской впадины происходила путем постепенного погружения ее центральной части и вздымания обрамления. При этом происходило сужение долины р.Сырдарьи и скачкообразное врезание реки в накопленные до этого толщи, что создавала террасы. Интенсивное эрозионное расчленение превращало образующиеся аккумулятивные массивы в цепи и гряды останцовых возвышенностей.

Процессы развевания (эоловые) привели к образованию рельефа пустынного ландшафта левого берега на верховьях водохранилища.

Долина р.Сырдарьи в пределах Таджикистана имеет хорошо выраженные четыре аллювиальные террасы, описанные еще предыдущими исследователями [51, 134]. В районе водохранилища «Таджикское море» пойменная и I надпойменная террасы заполнены при наполнении водохранилища. III надпойменная терраса представлена лессово-глинистыми аллювиальными образованиями, подстилаемыми гравелистыми образованиями. С севера, в предгорной части, терраса перекрыта грубообломочными отложениями предгорного пролювиального шлейфа. Терраса выражена в рельефе. Поверхность террасы снижается с севера на юг от 450-480 м у подошвы гряды Ак-Чоп-Супе-Тау до 345-348 м у водохранилища «Таджикское море».

3.4. Гидрогеологические условия района водохранилища

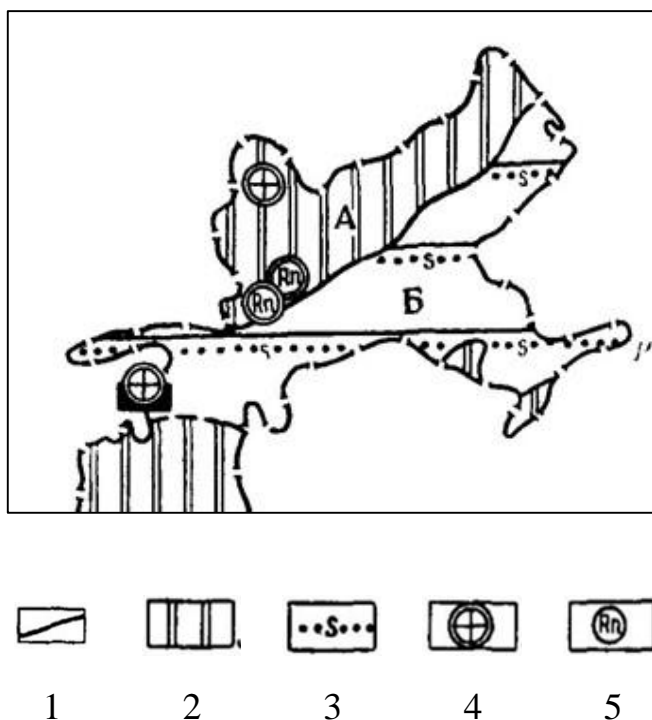
Гидрогеологические условия района водохранилища «Таджикское море» определяются условиями распространения и литологией водовмещающей среды, представленной в основном аллювиально-пролювиальными комплексами как и в других геоструктурах Таджикистана [54].

Пролювиальные отложения мощностью до 50-80 м, благодаря сложному чередованию различных литологических разностей пород и невыдержанности водопроницаемых слоев как по вертикали, так и по латерали, содержат комплекс взаимосвязанных водоносных зон.

Водосодержащими является как крупнообломочные, песчано-галечные, так и мелкозернистые, супесчано-суглинистые разности пролювия. Различная водопроницаемость отдельных литологических разностей определяет и различные условия циркуляции воды в каждом водоносном слое, входящем в состав пролювиального водоносного комплекса.

Отдельные литологические разности имеют значительное горизонтальное распространение, такие как галечники конусов выноса рек Исфары и Ходжа-Бакирган-сай, к которым приурочены подземные воды в обособленном виде и хорошо выдержанных горизонтов. Помимо этого, отдельные водоносные горизонты имеют дополнительные источники питания и формы разгрузки.

Согласно карте подземных минерализованных вод Таджикистана район исследований относится к двум гидрогеологическим районам: Северного и Северо-Восточного Таджикистана [55] (рис. 3.4.1).



1 – карта гидрогеологических регионов; 2 – горноскладчатые области со спорадическим распространением трещинно-жильных минеральных вод; 3 – область развития пластовых вод артезианских бассейнов (синклинальные зоны): сероводородные минеральные воды сенон-палеогенового водоносного комплекса Cl-Na состава; 4 – слабominеральные термы без специфических микрокомпонентов; 5 – минеральные источники: радоновые зоны.

Рисунок 3.4.1. Схематическая карта подземных минеральных вод Северного (А) и Северо-Восточного (Б) Таджикистана (по карте из [55, с.258]).

Как видно из рис 3.4.1., район водохранилища «Таджикское море» приурочен, главным образом, к области развития хлоридно-натриевых и сероводородных подземных минеральных вод мел-палеогенового комплекса.

Питание подземных вод района осуществляется путем инфильтрации из ирригационной сети, естественных постоянных и временных поверхностных водотоков, а также за счет подземного стока со стороны гор. Величина подземного стока незначительна и составляет по периметру водохранилища не более 3 м³/сек [201].

В районе водохранилища «Таджикское море» развиты подземные воды, приуроченные к пролювиальным и аллювиальное пролювиальным образованиям. Расщепление единого галечникового массива при движении от предгорий к осевой части впадины обусловило наличие в районе горизонтов напорных и безнапорных вод.

Разгрузка подземных вод осуществляется путем испарения, транспирации, а также выклинивания подземного стока в водохранилище, являющееся основной дренажной аллювиально-пролювиальной водоносной комплексом. Интенсивное испарение и транспирация характерны для большей части описываемой площади, вследствие повсеместного неглубокого залегания грунтовых вод (в среднем 0,5-1,5 м).

Расход грунтовых вод выклиниванием происходит в верховьях водохранилища, где зафиксированы родники с расходом 0,5-2,5 л/сек [198]. Выклинивание связано с фациальным переходом галечников в пески, супеси и суглинки. Оставшаяся при выклинивании часть запасов грунтовых вод продолжает движение в условиях слабопроницаемой среды. При этом зеркало грунтовых вод приближается к поверхности, что приводит к интенсивному испарению, концентрации солей, изменению минерализации и химизма грунтовых вод [194].

Часть подземного стока разгружается посредством дренажей. Количественно этот объем расхода определить трудно, поскольку в дренажи сбрасываются и излишки поливных вод. Расход воды по коллекторно-дренажной сети левобережья водохранилища «Таджикское море» по данным СГГЭ составляет 1,03-1,86 млн м³/год [196].

В пределах района выделяются 3 горизонта подземных вод:

1. Безнапорные грунтовые воды песчано-глинистых, песчаных, гравийных отложений:

2. Слабо напорные воды первого галечникового горизонта в песчано-галечниковых отложениях;

3. Высокonaпорные воды второго галечникового горизонта в песчано-галечниковых отложениях.

1. Горизонт безнапорных подземных вод, приуроченных к песчано-глинистым, песчаным и галечниковым отложениям конусов выноса и предгорного шлейфа, имеет повсеместное распространение. По южной границе описываемого района, вдоль Большого Ферганского канала и к югу от него, за пределами района, глубина залегания зеркала горизонта колеблется от 12,5 м до 40 м. Безнапорные воды горизонта, приуроченные к супесчано-суглинистой толще меж-

конусного пролювия, в пределах Исписарского и Махрам–Канибадамского оазисов, по мере движения к области разгрузки приближаются к дневной поверхности, зеркало горизонта здесь находится на глубине от 0,2-0,5 м до 3,0 м.

Наименьшие глубины залегания вод приурочены к центральной части Махрам-Канибадамского района. В районе впадины Хашим-Куль грунтовые воды выходят на дневную поверхность, происходит заболачивание участка. Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков, выпадающих по южному горному обрамлению котловины, за счет подкидывания горизонта залегающими ниже напорными водами и за счет инфильтрации ирригационных вод [196].

2. Горизонты напорных вод, приуроченные к песчано-галечным отложениям внешней части конусов выноса рек Исфары и Ходжа-Бакирган, развиты в западной части Исписарского и восточной части Махрам-Канибадамского участков. Горизонты вскрыты на глубине 20-65 м.

Оба горизонта 1 и 2 имеют непостоянную мощность водосодержащих пород песчано-галечниковых отложений, плохо выдержанных в вертикальном и горизонтальном направлениях. При выклинивании суглинистых прослоев, разделяющих эти горизонты, образуется один напорный горизонт подземных вод. Пьезометрические уровни горизонтов местами поднимаются на 8-10 м над поверхностью земли. По составу воды горизонтов пресные, сульфатно-гидрокарбонатные, реже гидрокарбонатно-сульфатные. Из катионов преобладает Са. Плотной остаток не более 300-100 м г/л.

Частичная разгрузка напорных горизонтов происходит в верхний, безнапорный горизонт, приуроченный к песчано-глинистым отложениям.

3. Высоконапорные воды второго галечникового горизонта в песчано-галечных отложениях имеют ограниченное развитие. Часть трещинных вод уводятся по крупным трещинам разрыва на значительную глубину и в местах контакта с трансгрессивно налегающим осадочным комплексом мезозой-кайнозойских пород проникает в них, образуя горизонты межпластовых напорных вод.

Разнообразие литологических составов и геологической структур способствует развития различных гидрогеологических районов. По геолого-структур-

ным и геоморфологическим особенностям в районе выделяется три гидрогеологических района, в которых подземные воды взаимосвязаны по условиям питания и образования.

I. Гидрогеологический район (высокогорный), занимающий водораздельную часть и южный склон Кураминского хребта, являются областью преимущественного питания и формирования подземных вод всего района. Он сложен эффузивами, в которых вода развивается на незначительную глубину (60–70 м), т.к. водоносный горизонт развивается в верхней зоне трещиноватости. Режим родников находится в прямой зависимости от выпадающих атмосферных осадков. Грунтовые трещинные воды изверженных пород, развиваясь выше местного базиса эрозии, дренируются гидрографической сетью, формируя горизонт грунтовых поровых вод в пролювиально–аллювиальных отложениях долин. Грунтовые поровые воды, формирующиеся в маломощных делювиально–пролювиальных отложениях долин временных потоков имеют незначительную производительность. Дебит родников составляет 1, реже 2–3 л/сек.

Наибольшее значение в пределах первого района имеют грунтовые поровые воды, которые формируются в пролювиально–аллювиальных отложениях крупных долин рек Шайдан, Дагана, Долоны. Отложения этих долин представлены крупнообломочными галечниками с примесью щебня и песчано–глинистого материала. Расходы поверхностного водостока и родников претерпевают сезонные изменения в течение года, находясь в прямо зависимости от выпадающих атмосферных осадков [196].

По типу минерализации подземные воды первого района являются гидрокарбонатными, гидрокарбонатно–сульфатными, гораздо реже сульфатно–гидрокарбонатными и сульфатными с преобладанием кальция и натрия. Минерализация колеблется в пределах 0,1–1 г/л, редко 2–3 г/л.

II. Гидрогеологический район–предгорная равнина, представляющий собой область транзита подземных вод, идущих с водораздела Кураминского хребта на юг к гряде Кызыл–Джар–Ак–Бель. Район сложен пролювиально–аллювиальными отложениями конусов выносов долин рек Дагана, Долоны, Шайдан мощностью

до 100 и более метров. Поверхностный и грунтовый поток долин, попадая в область предгорной равнины, погружается под ее отложения на значительную глубину, образуя грунтовые поровые воды глубокого залегания. Этот тип вод в районе имеет повсеместное распространение.

Наличие в рыхлых пролювиальных отложениях Камыш–Курганской низины выдержанных глинистых прослоев обуславливает напорный характер грунтовых вод, которые пресные, преимущественно сульфатно–гидрокарбонатные и хлоридно–гидрокарбонатные с преобладанием кальция и натрия.

III. Гидрогеологический район (низкогорный), к которому приурочено соляное месторождение, представляет собой область стока и частичной разгрузки подземных вод, поступающих с севера (из I и II районов). Водовмещающими породами являются сильно дислоцированные песчано–глинистые, соленосные и гипсоносные отложения третичного возраста, слагающие гряды Кызыл–Джар–Ак–Бель, а также четвертичные отложения.

Устремляющиеся с севера с I и II районов подземные воды в местах контакта их с различными свитами третичных отложений, дренируются последними, формируя водоносные горизонты. В зависимости от условий залегания водовмещающих пород, в них развиваются различные типы подземных вод–грунтовые и межпластовые, напорные и безнапорные от пресных до крепких рассолов.

В песчаных разностях палеовой и бурой свит образуются напорные горизонты слабо минерализованных, иногда пресных, подземных вод с величиной плотного остатка до 4 г/л, в то время как подземные воды, формирующиеся в соленосной А₁ и гипсоносной А₂ свитах имеют высокую минерализацию, варьирующую от 40 до 200-350 г/л (крепкие рассолы). Гипсоносная свита А₂ является водоносной лишь в нижней части разреза, а соленосная свита А₁ содержит водоносные горизонты напорного характера в песчано–глинистых разностях. Кроме того, на отдельных участках соленосной свиты в зоне развития карста имеются трещинно-карстовые воды.

Естественные выходы рассолов отмечаются вдоль южного подножья гряды Кызыл–Джар в виде серии Караконских родников с суммарным расходом 12–15

л/сек (область частичной разгрузки). Трещинно–карстовые воды в соленосной свите обнажаются в виде малодобитных периодически действующих родников в основании склонов Бюруджар–сая и Бердамкуль–сая.

Наибольший интерес представляют грунтовые воды, формирующиеся в аллювиально–пролювиальных отложениях Караконской долины, которые образуют единый поток, движущийся на юг по Караконской долине и питающий частично Караконские родники, выклинивающиеся у юго-восточного подножья Кызыл-Джар. В пределах Караконской долины и Караваракского ущелья грунтовые воды вскрыты шурфами, глубиной от 3 до 10 м. Кроме того, они каптируются местным населением колодцами для питьевых и хозяйственных нужд.

Выводы по главе 3

1. Район водохранилища имеет свои, характерные региональные природно-геологические особенности. Геологические условия выражаются в развитии мощного комплекса мезозой-кайнозойских отложений (до 12 км), составляющих основание чаши водохранилища, с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегающих на древние палеозойские комплексы.

3. Геоморфология района водохранилища отличается развитием эрозионно-тектонического, денудационно-аккумулятивного и эрозионно-аккумулятивного типов рельефа, развитием четырех террас.

4. Гидрогеологические условия района выражается в развитии безнапорных грунтовых вод в песчано- гравийных, слабонапорных вод в песчано-галечниковые и высоконапорные воды в песчано-галечных комплексах уязвимости к негативным последствиям природно-техногенного влияния.

ГЛАВА 4. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ВОДОХРАНИЛИЩА «ТАДЖИКСКОЕ МОРЕ»

Ключевым понятием настоящей работы является термин «Геоэкологические условия». В отраслевой литературе даются различные толкования этого понятия. Сама наука «Геоэкология» представляет собой интеграцию серии наук о Земле и экологии. Один из основоположников этой науки Осипов В.И. писал, что геоэкология базируется не только на науки естественнонаучного, но и социально-экономического и технического циклов [123].

Под термином «Геоэкологические условия» часто подразумевают «комплексное изучение природных, природно-антропогенных, антропогенных и экологических условий». Ближе к предмету геоэкологии стоит инженерная геология, в которой центральной категорией является «инженерно-геологических условий». Она включает сочетание геологических и гидрогеологических и мерзлотные условия, а также рельефа и современных геологических процессов [23].

А в физической географии применяется термин «природные условия» под которым объединяют геологические условия, рельеф, климат, гидросферу, почвы, растительность и животный мир [130].

В «Кратком словаре геоэкологических терминов и понятий» дается такое определение: «Геоэкологические условия (geoeological conditions) - это совокупность характеристик и свойств природной среды, оказывающая влияние на здоровье человека, функционирование хозяйственных систем, состояние биоценозов и их устойчивость к техногенным воздействиям» [84].

Понятие «геоэкологические условия» является обширным и охватывает широкий круг понятий. К сожалению, в настоящее время относительно формулировки этого понятия нет ясности и четкости [61, 151]. Некоторые исследователи даже сомневаются относительно правомерности самого существования подобной науки [26].

Григорьева И.Ю. - доцентом кафедры инженерной и экологической геологии МГУ им. М.В. Ломоносова, анализируя понятие «геоэкологические условия»

приходит к выводу, что «...в нормативных документах до сих пор отсутствует целостное представление об этой категории» [52].

Григорьева И.Ю. дает такое определение термина: “геоэкологические условия – комплекс современных природных и антропогенно измененных особенностей территории, определяющих условия функционирования экосистем и материально-энергетического обеспечения жизни населения». И подчеркивает, что при оценке геоэкологических условий “особое внимание должно уделяться биологически значимым техногенным изменениям в природной среде” [60, 52].

Под геоэкологическими условиями (geoeological conditions) нами подразумевается «совокупность характеристик и свойств природной (геологической) среды, оказывающая влияние на здоровье человека, функционирование хозяйственных систем, состояние биоценозов и их устойчивость к техногенным воздействиям» [52]. Такое определение в настоящее время является наиболее приемлемым.

Нами в диссертации принимается такое определение: геоэкологические условия – совокупность природных и антропогенно измененных особенностей территории, определяющих функционирование экосистем и их устойчивость к инженерно-хозяйственным воздействиям.

Такое, близкое к нашему, определение поддерживается, как видно из выше-приведенного, в «Кратком словаре геоэкологических терминов и понятий» [84], Григорьевой И.Я. [60, 61], Трофимовым В.Т. [151], Кальной О.И. [182] и др.

Район водохранилища «Таджикское море» характеризуется неоднородными и сложными природно-географическими и геоэкологическими условиями.

Исходя из этого определения для выявления геоэкологических условий района водохранилища «Таджикское море» следует подробно анализировать характеристику основных компонентов среды: геологического строения, инженерно-геологических особенностей, геоморфологию (рельеф), гидрогеологию и ландшафты района водохранилища. Ландшафты района будут охарактеризованы по компонентам (почвы, растительность, климат и др.).

4.1. Ландшафты района водохранилища

В районе водохранилища «Таджикское море» развиты различные типы ландшафтов, характерные для аридных зон. Каждый выделенный тип ландшафта характеризуется определенным сочетанием геологических комплексов, типом почв и классом растительности.

Ландшафт как компонент геосистемы представляет собой природно-территориальный комплекс, характеризующийся закономерным сочетанием особенностей геологического строения, рельефа, вод, климата, почвы, растительности и животного мира [99]. Часто к такому определению добавляют и деятельность человека [65], что указывает на неизбежное, на современном этапе эволюции природы, антропогенное составляющее ландшафта.

Территория Таджикистана характеризуется широким развитием различных типов природных (техногенно-природных) ландшафтов [89]. К одним из регионов развития определенного комплекса типов ландшафтов относится район водохранилища «Таджикское море» (Северный Таджикистан) – типичная аридная зона.

Выше, в главе 1 были рассмотрены особенности природно-геологических условий района водохранилища. Район исследования относится к Переднеазиатской климатической области [21, 150]. Станюкович К.В. и др. [132] при классификации ландшафтов Таджикистана исходят, главным образом, из климатических условий. Мы считаем, что такой подход является целесообразным, в связи с тем, что из всех компонентов ландшафта климат относится к наиболее динамично меняющимся. Климат, с другой стороны, в отличие от других компонентов, которые изменяются в течение очень длительного отрезка времени, является главным фактором формирования и изменения ландшафта.

Ландшафт представляет собой единую структуру, созданную сочетанием различных компонентов географической среды: геологического строения, рельефа, почв, климата, растительности и животного мира [74]. Станюкович К.В. и др. применительно к территории Таджикистана приводят более практическое определение понятия «ландшафт»: «ландшафтом является какая-то часть земной

территории, единая по своему рельефу, климату, почвам, растительности и, следовательно, равноценная по возможностям и методам использования ее человеком» [132, с.7].

Ландшафты развиваются в пределах природно-климатических поясов. Следует отметить, что распределение ландшафтов по поясам из-за сложности рельефа, разнообразия микроклиматических условий имеет условный характер. Одни и те же ландшафты могут встречаться в разных поясах [41].

Согласно классификации Станюкович К.В. и др. [132] все ландшафты Северного Таджикистана относятся к Климатическому поясу А: Пояс неизменно-равнинный, очень жаркий с пустынной и эфемеровой растительностью, серо-бурыми, светлыми и типичными сероземными почвами. В этом поясе выделяются 3 типа ландшафта, разделяющиеся в свою очередь на 6 подтипов (табл. 4.1.1).

Таблица 4.1.1. - Ландшафты Северного и Северо-Восточного Таджикистана, по Станюковичу К.В. и др. [132], с дополнениями автора, 2018-2021 гг.

Климатический пояс	Тип ландшафта	Подтип
А: Пояс неизменно-равнинный, очень жаркий с пустынной и эфемеровой растительностью, серо-бурыми, светлыми и типичными сероземными почвами	Тип А. Гумидные ландшафты на грунтовым увлажнении	Подтип А1. Пойменный ландшафт из тугайных зарослей туранги и лоха в комплексе с кустарниками тамарисков и ив, зарослями крупнотравья и болотной растительности по берегам, выровненным пойменным и надпойменным террасам рек
		Подтип А2. Болотные ландшафты из зарослей тростника, рогоза, вейника, рдестов и других болотных трав по дну заиленных и заиляющихся водоемов с невысоким уровнем вод
		Подтип А3 Ландшафты песчаных пустынь с саксаулом, черкезом на полужакрепленных пес-

		<p>ках низменных равнин и солончаков на слаборасчлененных аллювиальных террасах</p> <p>Подтип А4. Ландшафты поташниковых и сарсазановых пустынь на наклонных равнинах у подножия склонов гор</p> <p>Подтип А5. Ландшафты соляноково-полынных пустынь из согдианской долины и солянки восточной.</p> <p>Подтип А6. Ландшафты пустынных пустынь с полынями согдианской и тонкорассеченной</p>
	Тип Б. Аридные ландшафты на атмосферном увлажнении	<p>Подтип Б1. Ландшафты ксерофитных редколесий шибляка с миндалем бухарским, фисташкой.</p> <p>Подтип Б2. Ландшафты крупнотравных эфемеровых пырейников и ячменников</p>
	Тип В. Антропогенные ландшафты	Подтип В1. Антропогенный ландшафт по аллювиальным и пролювиально-аллювиальным низменным равнинам

Следует отметить, что условия климатического пояса А в целом неблагоприятны интенсивному заселению, хотя он относится к поясу интенсивного субтропического сельского хозяйства.

Ландшафты развиваются в пределах природно-климатических поясов, и их распределение по поясам из-за сложности рельефа, разнообразия микроклиматических условий имеет условный характер. Одни и те же ландшафты могут встречаться в разных поясах.

В результате изменения климата и инженерно-технических воздействий к 2021г. природные ландшафты в восточной, западной и южной зонах района водохранилища трансформировались в антропогенные и природно-антропогенные

ландшафты (рис.4.1.1). Этот подтип охватывает территории населенных пунктов, посевов, садов и преимущественно используется для выращивания хлопчатника.

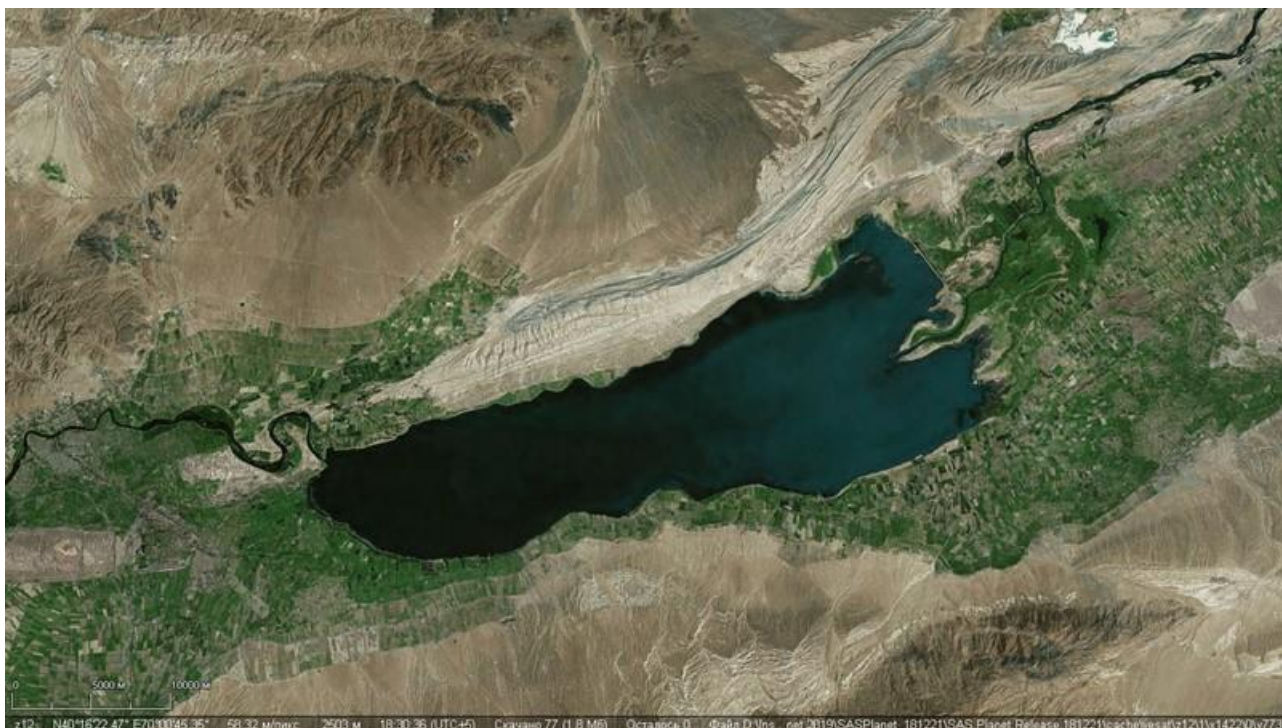


Рисунок 4.1.1. Развитие антропогенного (природно-антропогенного) ландшафта в восточной, западной и южной зонах района ВТМ. Источник: Google Earth Pro, 2021.

Ландшафты характерны для четвертичных слабонаклонных, пролювиальных равнин, крупных конусов выноса, где на сильнокаменистых (до 80%) пролювиальных и пролювиально-делювиальных образованиях распространены серо-бурые и светлые сероземы. Подтип лишен естественной растительности, на них возделываются люцерна, кукуруза, рис, бахчевые, огородные культуры. Площади, занятые этим подтипом пригодны для многих субтропических культур. Описанные ландшафты взаимообусловлены и развиваются в закономерной внутренней и внешней связях.

4.2. Почвенный покров

Одним из важных компонентов ландшафта являются почвы. Ресурсы почв Таджикистана незначительны и составляют всего около 37% его территории

[150]. Отчетливо выражена вертикальная почвенная зональность, что наблюдается и на Северном Таджикистане, где наименьшая абсолютная высота – 298 м отмечается у плотины Фархадского водохранилища, на границе с Республикой Узбекистан. На высотах до 400 м под пустынной растительностью в регионе развиты пустынные песчаные светлые сероземы в виде разорванной зоны в низовьях долины р.Сырдарьи, перемежающихся с массивами оазисов с солончаковыми, аллювиально-луговыми и такыровидными почвами [87].

В регионе выпадает от 100 до 150 мм атмосферных осадков, а сумма положительных температур за теплый период года составляет более 6000°С, чья способствует развитию сероземов и горных коричневых почв (рис. 4.2.1).

Гумусовый горизонт пустынных песчаных светлых сероземов маломощный – всего 5–7 см. Гумуса составляет менее 1%. Профиль почвы однородный: песчаный, с сыпучим механическим составом [150].

В регионе, на высотах 300-400 м. абс., на периферийных частях конусов выноса и на предгорных равнинах под солянково-полынной растительностью, развиты пустынные серо-бурые сильнощебенистые гипсоносные почвы. В этих почвах камни и щебни составляют 35–45%, гумуса меньше 0,6%. Карбонаты содержатся в значительных количествах, часто образуя на поверхности почвы тонкую корочку. Много легкорастворимых солей. Из-за малого количества гумуса, обилия карбонатов и легкорастворимых солей почвы окрашены в светлые тона.

В пустынной зоне сильно выражена повседневная ветровая эрозия, которая медленно, но постоянно развивает пески, выдувает почву.

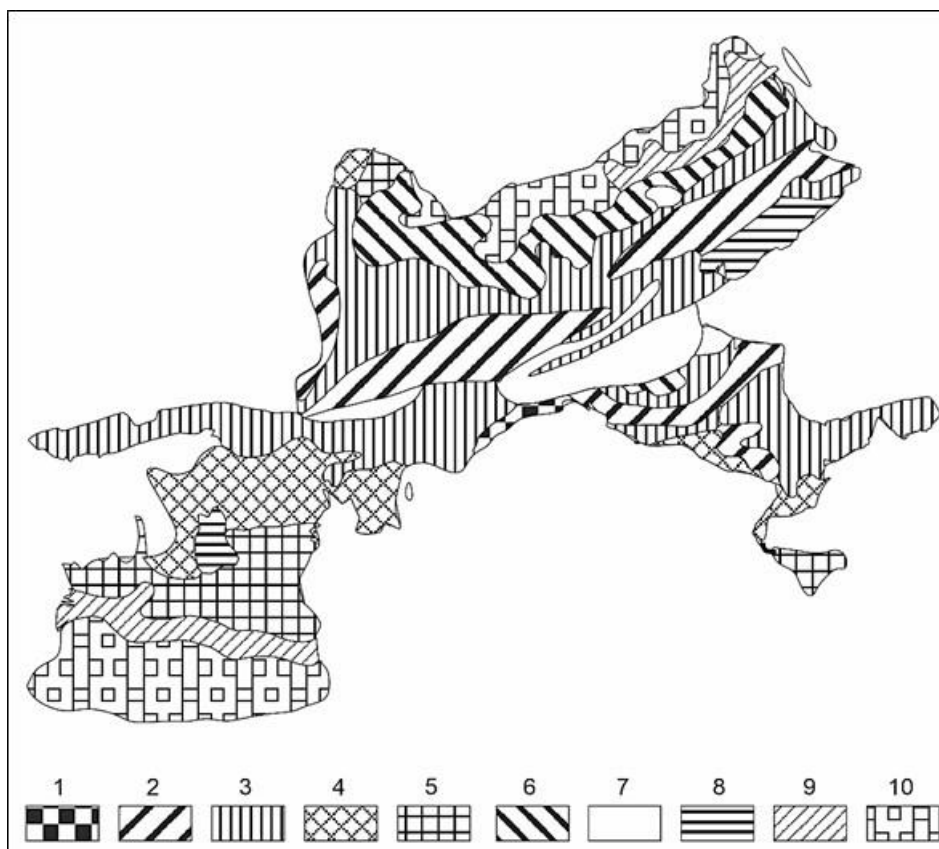


Рисунок 4.2.1. Схематическая почвенная карта района водохранилища «Таджикское море».

1 – песчаные сероземы (песчаные пустынные почвы), 2 – серо-бурые почвы (структурные и гипсоносные сероземы), 3 – сероземы светлые, 4 – сероземы типичные, 5 – сероземы темные, 6 – сероземно-луговые, 7 – светло-коричневые карбонатные и выщелоченные (серо-коричневые), 8 – арчевые почвы лесов Туркестанского и Алайского хребтов, 9 – комплекс сероземов типичных с сероземами темными, 10 – скалы, осыпи.

Светлые сероземы в Северном Таджикистане под осочково-полынной полусаванной растительностью поднимаются до 1000 м.абс. На севере, в Аштском районе на предгорных равнинах эти почвы сочетаются с серо-бурыми почвами. В Б.Гафуровском районе, на предгорных равнинах, светлые сероземы входят в сочетание с сероземами типичными.

Северные светлые сероземы отличаются от южных меньшей мощностью, так как развиваются здесь на каменистых делювиальных отложениях.

Ветровая эрозия в зоне светлых сероземов выражена гораздо слабее по сравнению с зоной пустынь. Местами очень слабо проявляется водная эрозия.

На предгорных равнинах, адырах и среднегорных возвышенностях от 1000 до 1500 м.абс., где годовое количество осадков возрастает до 350 мм, образовались типичные сероземы, имеющие заметную дифференциацию почвенных горизонтов и отчетливое передвижение карбонатов книзу. Эти почвы имеют серую окраску гумусового горизонта и содержат 1,5–2% гумуса. С глубины 40–50 см. и до 100 см. почва пропитана карбонатами, которые выделяются в виде конкреций и пятен. Обогащенный карбонатами горизонт имеет большую плотность. Почвы насыщены основаниями. Эродированность почв в зоне типичных сероземов выражена слабо [87].

Пояс темных сероземов располагается на высоте 900–1800 м на высотах 1400–1800 м.абс. на высоких адырах, предгорных равнинах и среднегорьях, которые состоят из лёссовидных суглинков и продуктов выветривания известняков, красных песчаников и глин, под крупнотравными полусаваннами и шибляком (фисташка, миндаль, багрянник). Темные сероземы имеют темно-серую окраску гумусовых горизонтов и содержат гумуса 1,5–3%. Дифференциация генетических горизонтов ясно выражена. Отчетливо выделяется карбонатный горизонт на глубине 50–70 см. в виде плотных конкреций. Почвы насыщены основаниями. Реакция в водной суспензии слабощелочная. Почвы подвержены средней эрозии.

По всему Северному Таджикистану вследствие большей сухости климата почвы выше зоны темных сероземов закономерно сменяются: от 1880 м до 2700 м.абс. распространены светло-коричневые карбонатные и выщелоченные почвы под полынно-типчаковой степью. Почвообразующими породами в большинстве случаев служат глинистые, слюдистые сланцы и кристаллические известняки. Характерной особенностью этих почв является серо-коричневая окраска гумусового горизонта, постепенно светлеющая с глубиной. Почвы имеют мощность 50–60 см, по профилю встречается щебень и обломки коренных пород. Гумуса в дерновом горизонте (5–7 см) содержится от 4 до 8% и более. Несмотря на высокое содержание гумуса, почвы имеют светлую окраску гумусовых горизонтов, что объясняется, по-видимому, преобладанием в групповом составе гумуса фульвокислот над гуминовыми кислотами. Почвы насыщены основаниями [150].

Левобережье зоны водохранилища представляет собой район широкого развития поливного земледелия, главным образом, хлопководства и садоводства. На этой территории в связи с многовековым орошением земель сформировались мощные отложения лессов, составляющие основной почвенный ресурс сероземов.

Максимальное количество гумуса сосредоточено в горизонте A_2 (2-2,5 %). Содержание глинистых частиц (0,001 мм.) в мёртвом слое составляет 12-16%, а частиц 0,01 мм.-33-36%, карбоната кальция–14,1-20% и $MgCO_3$ –1-3%, что способствует хемосорбции тяжелых металлов.

По природным участкам Северного Таджикистана почвы распространены неравномерно. Так, почвы Исписарского оазиса, в основном, супесчаные и суглинистые, используемые под сельскохозяйственные культуры-хлопок, рис, виноград и бахчевых культур. Почвы Канибадамского оазиса также супесчаные и суглинистые занятые под поливные угодья, за исключением Хашимкульской впадины где, как уже отмечалось, происходит заболачивание и вторичное засоление земель. В полосе Большого Ферганского канала почвы обычно гравелистые.

Центральный участок длительное время не использовался под сельскохозяйственные культуры, вследствие отсутствия постоянных источников водоснабжения. До затопления ложа левобережье водохранилища почвы участка представляли в орошаемых участках слабозасоленные светло-серые сероземы. Эти опрощаемые земли составляли около 20 % залитой площади, и неорошаемые, то есть (пески, солончаки, неорошаемые) неудобные земли суглинистые сероземы около 80 %. Дно бывшего русла реки было выстлано песчано-глинистыми грунтами. Большое количество взвешенных веществ, поступающих в водохранилище и осаждающихся на дно, постепенно заилили эти земли. В ложе стали преобладать речные отложения (глина, мелкий песок, ил и др. мелкие частицы) и органические вещества (детриты) [87].

В Ферганской впадине тепла немного меньше, поэтому серо-бурые почвы здесь относятся к особой, северотаджикистанской группе. Выше, на предгорных равнинах и холмах - адырах, количество атмосферных осадков постепенно увеличивается, тепла становится меньше, и серо-бурые почвы сменяют сероземы,

которые делятся на сероземы светлые, типичные и темные, заменяющие друг друга при подъеме в горы. Сероземы малогумусны (1-4 %), причем основная масса органических веществ накапливается в поверхностных слоях почвы; они сильно карбонатны, имеют большое количество легкорастворимых солей, малоглинисты и слабоструктурны, реакция слабощелочная.

Очень разнообразны и представлены аллювиально-болотными, лугово-болотными и аллювиально-тугайными пойменными почвами, имеются солончаки.

Аллювиально-болотные и лугово-болотные почвы распространены в депрессиях пойменных террас, озер и в отмирающих руслах староречий, преимущественно в прибрежных частях на востоке водохранилища. Формирование их происходит под влиянием избыточного увлажнения, образующегося в результате затопления паводками притеррасовой части рек. Грунтовые воды залегают на глубине 0-50 см от поверхности. Характерной чертой этих почв является покрытие их поверхности рыжеватыми железистыми пятнами и сизовато-черной илистой пленкой. Профиль их характеризуется слоистостью, состоит из песков, супесей, суглинков и глин. Наблюдаются процессы торфонакопления и оглеения, протекающие с разной интенсивностью.

Лугово-болотные почвы развиваются обычно под лохом, тамариксом, тугайным талом, иногда тополем. В отличие от аллювиально-болотных, для этих почв характерно кроме большого содержания гумуса накопление полуразложившейся растительной массы, а также резко выраженные процессы оглеения [150]. Гумусовый горизонт темной окраски содержит гумуса 5-6 %, карбоната кальция около 26-28 %, РН среды щелочная, структура зернистая. Нередко на бугорках белые рыхлые выцветы солей сульфатов, ниже засоление небольшое, соответствующее минерализации насыщающей почву грунтовой воды.

Аллювиально-луговые тугайные почвы развиваются на низких надпойменных и на высоких уровнях пойменных террас в долинах рек на сравнительно молодых речных наносах.

Солончаки распространены на пойменных и надпойменных террасах реки Сырдарья. Формирование их происходит за счет испарения близко залегающих от поверхности (1-2 м) минерализованных грунтовых вод [53]. Характерной чертой солончаков является то, что легкорастворимые соли у них накапливаются в

верхних слоях. На поверхности почвы легкорастворимые соли представлены в виде выцветов, налетов и белых пятен. Общий запас солей в верхнем (0-50 см) слое составляет от 85 до 130 т/га, а в нижних горизонтах их количество несколько уменьшается до 70-100 т/га.

4.3. Климатические условия района

Район исследований относится к Переднеазиатской климатической области и согласно климатическому районированию [150] представляет собой таджикостанскую часть Ферганской долины (до высот 400-500 м), для которой характерен низменно-равнинный, очень жаркий пояс с пустынной и эфемеровой растительностью, тонковолокнистого хлопчатника на серо-бурых, светлых и типичных сероземных почвах. Пояс характеризуется большими запасами тепла и длительным безморозным периодом. В южной части пояса среднегодовая температура воздуха составляет 16-17°C.

Холодный период продолжается в среднем 60 дней и характеризуется большими колебаниями температуры и частыми переходами ее через 0°C. Однако в течение всего периода среднемесячная температура воздуха положительная, средняя температура самого холодного месяца января 0,5-2,0°C, Среднее число дней с отрицательной среднесуточной температурой составляет всего 7-10. Но при холодных арктических вторжениях температура воздуха даже на крайнем юге республики может понизиться до значительных отрицательных величин. Средний из абсолютных минимумов составляет минус -14°C, абсолютные минимумы опускаются до минус 27°C.

Теплый период начинается в среднем в середине февраля и длится до начала декабря. Средняя его продолжительность 280-300 дней. Летние температуры очень высокие. Средняя температура июля 28-31°C, максимальная 38-40°, а абсолютный максимум может достигать 47-48°C. Продолжительность безморозного периода в воздухе составляет 230-250 дней, несколько короче безморозный период на почве 200- 220 дней. Число дней со снежным покровом не превышает 20. Устойчивый снежный покров здесь не образуется.

В северной части пояса (таджикская часть Ферганской долины) температуры на 1-2° ниже, чем в южной. Продолжительность безморозного периода в воздухе 230-240 дней, на почве около 210 дней. Период активной вегетации в северной части пояса начинается во второй половине марта и заканчивается в конце октября, продолжительность его около 220 дней. За лот период накапливается до 5000° активных температур. Осадков выпадает очень мало – 100-200 мм.

Большое количество тепла позволяет выращивать в этом поясе тонковолокнистые сорта хлопчатника. Развито виноградарство, бахчеводство, садоводство. Земледелие здесь развивается на базе широкой сети орошения.

Климат Северного Таджикистана характеризуется большими суточными и сезонными колебаниями температуры, интенсивной солнечной радиацией, сухостью воздуха и малой облачностью. Основными климатообразующими факторами являются: сравнительно низкие широты, удаленность от океана и сложная орография. Сложность рельефа и разнообразие высот обуславливают большие климатические различия отдельных районов, а также вертикальную зональность. Наглядно разнообразие климатических условий может быть представлено на графике годового хода метеорологических элементов (рис.4.3.1. – 4.3.3).

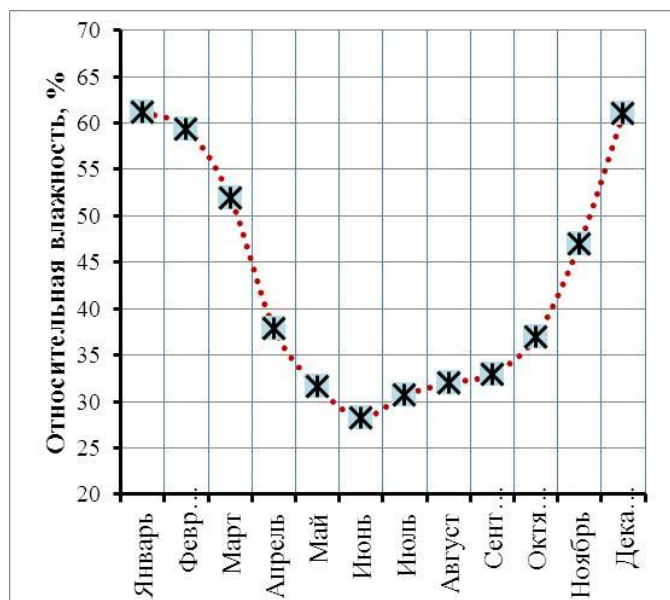


Рисунок 4.3.1. Годовой ход изменения относительной влажности (в 13 часов) в районе водохранилища.

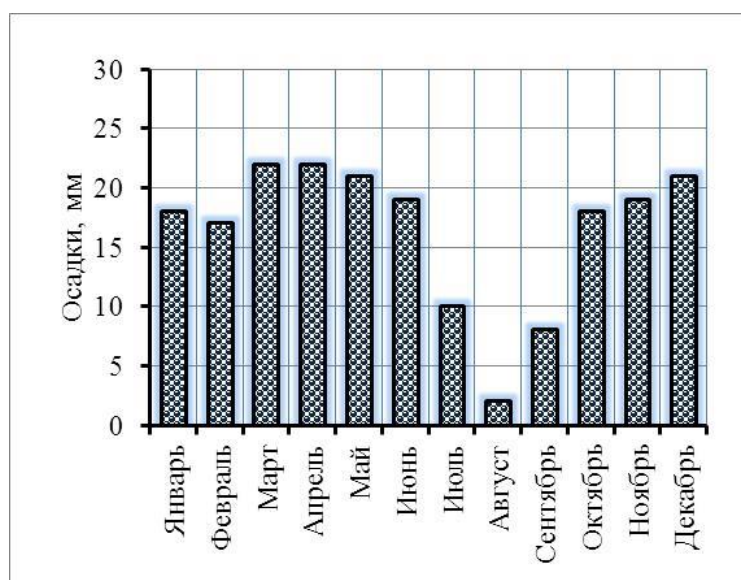


Рисунок 4.3.2. Среднемесячные осадки в районе водохранилища.

Территориальное положение и рельеф Ферганской котловины определяют основные ее климатические характеристики. Здесь поступает за счет солнечного излучения около 500 кДж/кв. см./год, что совпадает для площади 15 тыс. кв. км. 700 млн. кДж/год. Удаленность от основных источников влаги обуславливает резко континентальный, в целом засушливый и аридный климат. Ближайшем окружением водохранилища считается экстремально аридная зона, в которой испарение в два и более раз превышает сумму осадков. На территории района испарение происходит с поверхности водохранилищ (водохранилища «Таджикское море» и Фархадского водохранилища), рек, влажной почвы, растений и другие источники (рис.4.3.4).

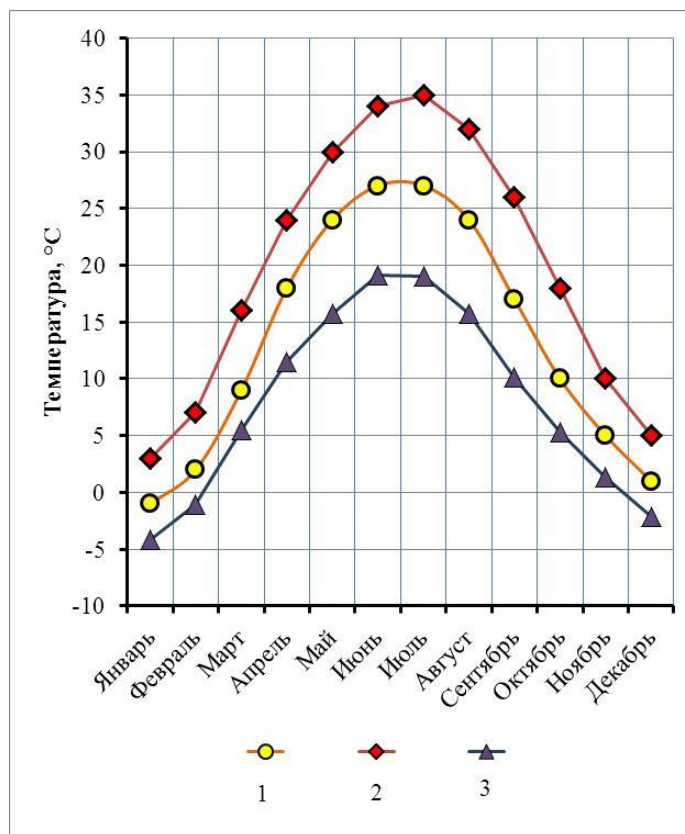


Рисунок 4.3.3. Годовой ход метеорологических элементов в районе водохранилища (по данным Худжандской МТС), °С.

1 – средняя суточная температура воздуха, 2– средняя температура воздуха в 13 час, 3 – средний минимум температуры воздуха.

По многолетним данным Худжандской МТС среднее количество осадков за год составляет 175,5 мм, наименьшее количество атмосферных осадков составлял 90,9 мм, наибольшие осадки приходятся на март–апрель, наиболее сухими являются июль–сентябрь, число дней с осадками 0,1 мм и более колеблется от 58 до 62. В период с апреля по ноябрь осадки выпадают в виде дождя, а с декабря по март – в виде дождя иногда и снега.

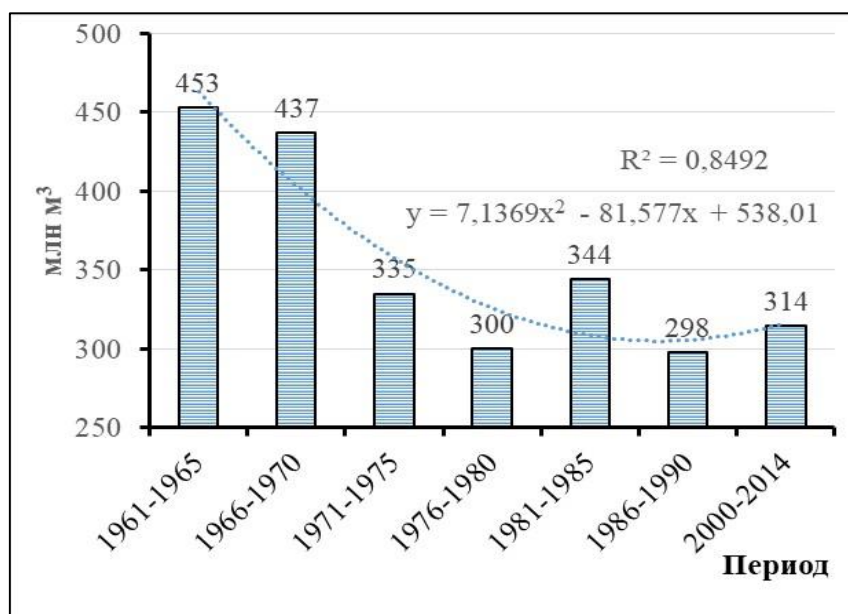


Рисунок 4.3.4. Испарение с акватории водохранилища «Таджикское море» (1961-2014 гг.), млн м³. *Источник: [114]*

Наибольшее значение дефицита влажности наблюдается в летние месяцы, в период максимальных температур, в июне–августе (22-34,5 мб), наименьшее–в декабре-феврале (0,6-3,8 мб). Число пасмурных дней по многолетним данным Согдийской МТС 21,7 в году. Число ясных дней составляет 215,1 в году. Среднегодовая величина абсолютной влажность 8,39 мб. По месяцам абсолютная влажность изменяется аналогично температуре воздуха, имея минимум зимой (3,2 мб) и максимум летом (14,4 мб). Для относительной влажности соотношение обратное: наибольшая относительная влажность наблюдается зимой декабре-феврале (63-88 %), наименьшая относительная влажность бывает в период с июня по сентябрь (27-43 %).

Климат района водохранилища и ее окрестности являются континентальный, высокие летные температуры, сухость воздуха, резкие колебания суточных и сезонных температур с большой годовой амплитудой, небольшой влажностью воздуха и с повышенным испарением. Среднее количество осадков за год по многолетним данным составляет 175 мм. За последние 60 лет самым дождливым были 1965г.- 405,21 мм., 1977г.- 477,5 мм, 1996г.- 404,6 мм и 2009г.- 409,83 мм, когда количество осадков достигло 477,5 мм. Наиболее засушливым годом за пе-

риод с 1950 по 2016 год был 1997 г. с годовым количеством атмосферных осадков 93,4 мм. Наибольшая часть осадков приходится на март, апрель, наиболее сухими являются июль, август, сентябрь. Число дней с осадками 0,1 мм и более колеблется от 58,0 до 62,0 (по данным Кайраккумской ГМС). В период с апреля по ноябрь осадки выпадают в виде дождя, а с декабря по март-в виде дождя иногда снега (табл. 4.3.1., рис. 4.3.5).

Таблица 4.3.1. - Среднемесячные многолетние объёмы выпадения осадков в районе ВТМ, мм

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
14,9	15,1	28,3	30,9	30,5	7,7
Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
3,9	1,6	0,3	15,0	19,3	16,9

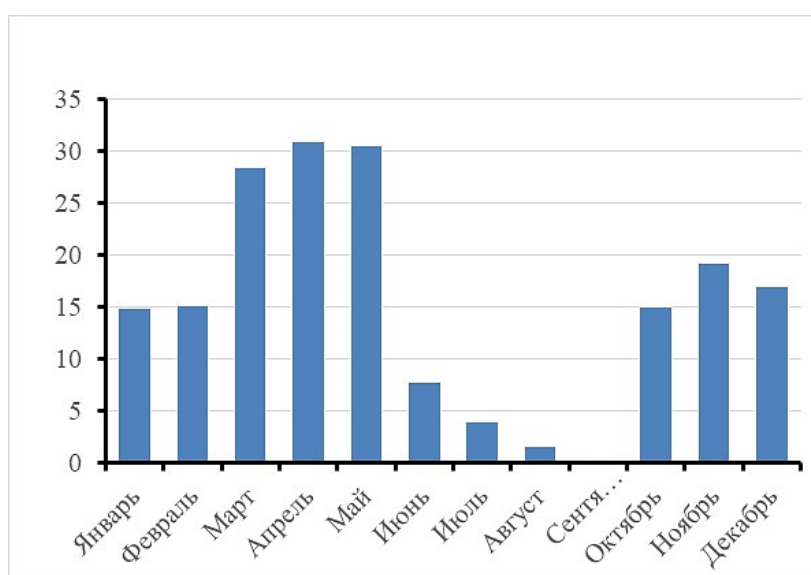


Рисунок 4.3.5. Среднемесячные многолетние осадки в районе водохранилища «Таджикское море»

Дефицит влажности. Наибольшее значение дефицита влажности наблюдается в летние месяцы, в период максимальных температур, в июне–августе (22–34,5 мб), наименьшее–в декабре-феврале (0,6-3,8 мб).

Среднегодовой среднемесячный многолетний дефицит влажности в районе водохранилища составляет 11,8 мм (табл. 4.3.2., рис.4.3.6).

Таблица 4.3.2. - Среднемесячный многолетний дефицит влажности в районе водохранилища, мм

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль
1,6	2,5	3,6	7,7	15,4	24,8	29,0
Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Среднегодовой дефицит	
25,3	17,7	8,6	3,3	1,6	11,8	

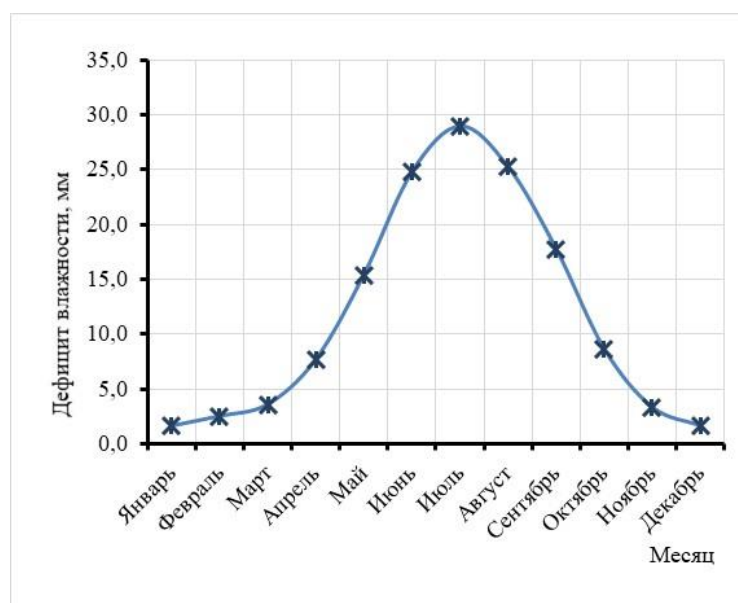


Рисунок 4.3.6. Среднемесячный многолетний дефицит влажности в районе водохранилища.

Число пасмурных дней по многолетним данным—21,7 в году. Число ясных дней—215,1 в году.

Абсолютная влажность определяется среднегодовая величина количество водяного пара в граммах, содержащегося в 1 м³, равна 39 мг. По месяцам абсолютная влажность изменяется аналогично температуре воздуха, имея минимум

зимой (3,2 мб) и максимум летом (14,4 мб). Для относительной влажности соотношение обратное: наибольшая относительная влажность наблюдается зимой декабре-феврале (63-88%), наименьшая относительная влажность бывает в период с июня по сентябрь (27-43) (табл. 4.3.3., рис.4.3.7).

Таблица 4.3.3. - Среднемесячная многолетняя абсолютная (мб) и относительная (%) влажность воздуха в районе водохранилища «Таджикское море»

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Абс.вл.	4,5	5,1	7,2	9,6	10,9	11,5
Отн.вл.	76,0	72,4	69,7	57,4	44,3	35,8
Месяц	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Абс.вл.	12,4	11,4	9,2	7,6	5,9	5,2
Отн.вл.	32,8	33,4	38,1	52,2	69,5	78,8

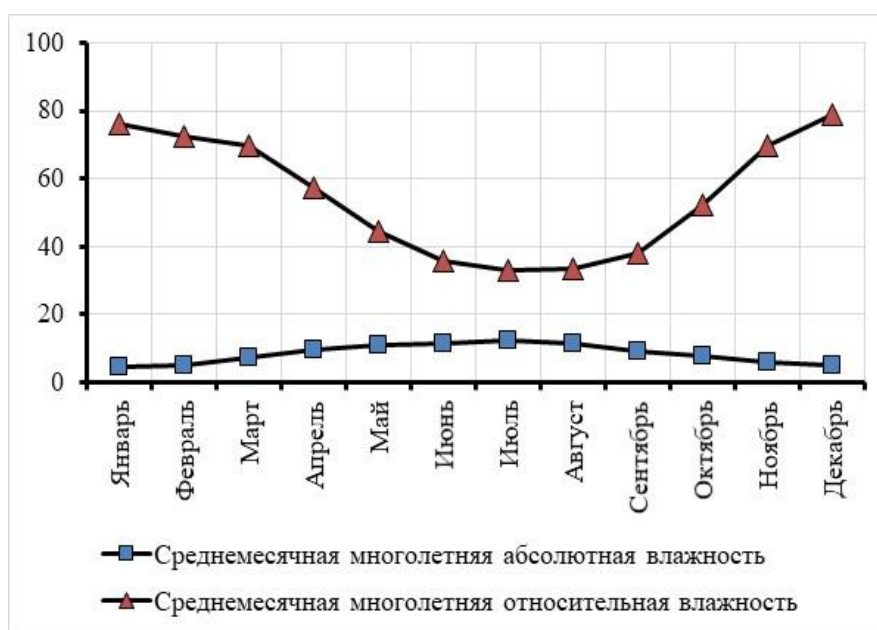


Рисунок 4.3.7. Среднемесячная многолетняя абсолютная и относительная влажность в районе водохранилища «Таджикское море»

Важным климатическим показателем климата являются изменение количества осадков и изменение температуры воздуха, связанные с высотой местности, по которым имеется длительный, почти волувековой, период метеонаблюдений (табл. 4.3.4. и 4.3.5).

Таблица 4.3.4. - Изменение количества осадков (связанные с высотой местности) во второй половине XX и начало XXI веков

Годы	Кол-во атм.осадков, мм	Годы	Кол-во атм.осадков, мм	Годы	Кол-во атм.осадков, мм	Годы	Кол-во атм.осадков, мм
1961	346	1975	234	1989	245	2003	249
1962	302	1976	275	1990	325	2004	146
1963	477	1977	478	1991	248	2005	423
1964	319	1978	337	1992	398	2006	338
1965	405	1979	284	1993	265	2007	415
1966	246	1980	165	1994	250	2008	402
1967	359	1981	324	1995	311	2009	410
1968	353	1982	300	1996	405	2010	295
1969	169	1983	260	1997	93	2011	205
1970	140	1984	309	1998	188	2012	277
1971	488	1985	252	1999	365	2013	370
1972	215	1986	249	2000	267	2014	280
1973	454	1987	255	2001	181	2015	307
1974	396	1988	299	2002	336	2016	197

Таблица 4.3.5. - Изменение температуры воздуха (связанные с высотой местности) в районе водохранилища «Таджикское море» во второй половине XX и начало XXI веков

Годы	Средне годовая °С	Годы	Средне годовая °С	Годы	Средне годовая °С	Годы	Средне годовая °С
1961	-9,6	1975	-8,7	1989	-7,8	2003	-7,4
1962	-9,2	1976	-7,9	1990	-7,8	2004	-6,8
1963	-7,5	1977	-8,3	1991	-8,5	2005	-7,8
1964	-7,1	1978	-8,8	1992	-8,5	2006	-8,5
1965	-6,4	1979	-7,9	1993	-8,4	2007	-7,5
1966	-7,7	1980	-6,9	1994	-7,2	2008	-8,1
1967	-8,4	1981	-9,2	1995	-6,5	2009	-7,3
1968	-7,7	1982	-8,0	1996	-9,1	2010	-7,8
1969	-8,2	1983	-7,7	1997	-6,7	2011	-7,6
1970	-7,1	1984	-8,1	1998	-8,5	2012	-6,9
1971	-7,0	1985	-8,0	1999	-8,1	2013	-8,2
1972	-7,7	1986	-8,4	2000	-8,0	2014	-6,6
1973	-9,0	1987	-7,2	2001	-6,9	2015	-7,4

1974	-8,7	1988	-8,9	2002	-7,2	2016	-6,6
------	------	------	------	------	------	------	------

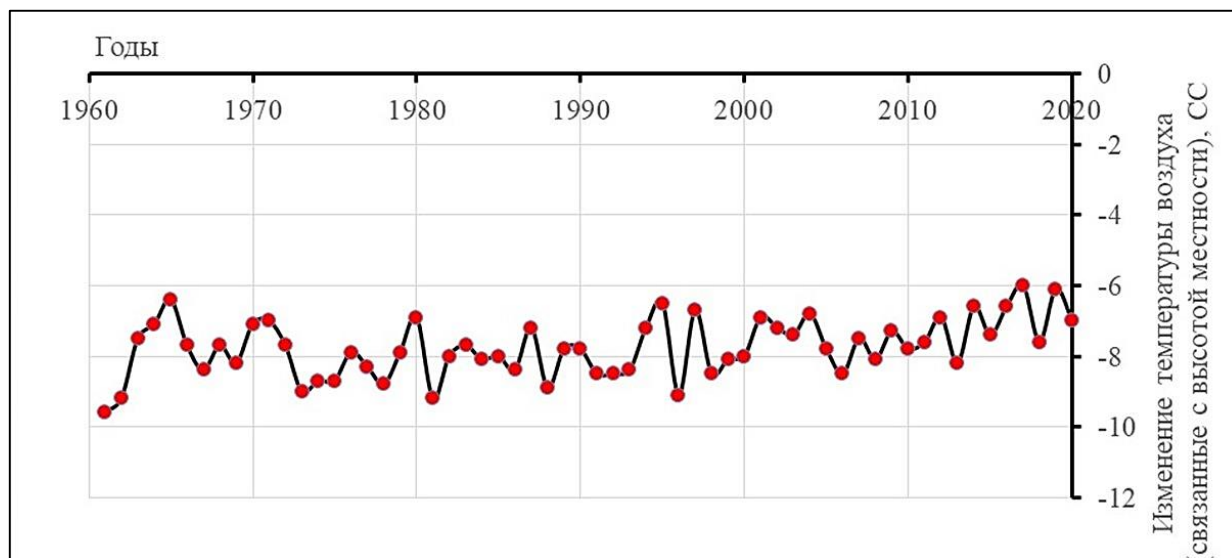


Рисунок 4.3.8. Изменение температуры воздуха (связанные с высотой местности) во второй половине XX и начало XXI веков.

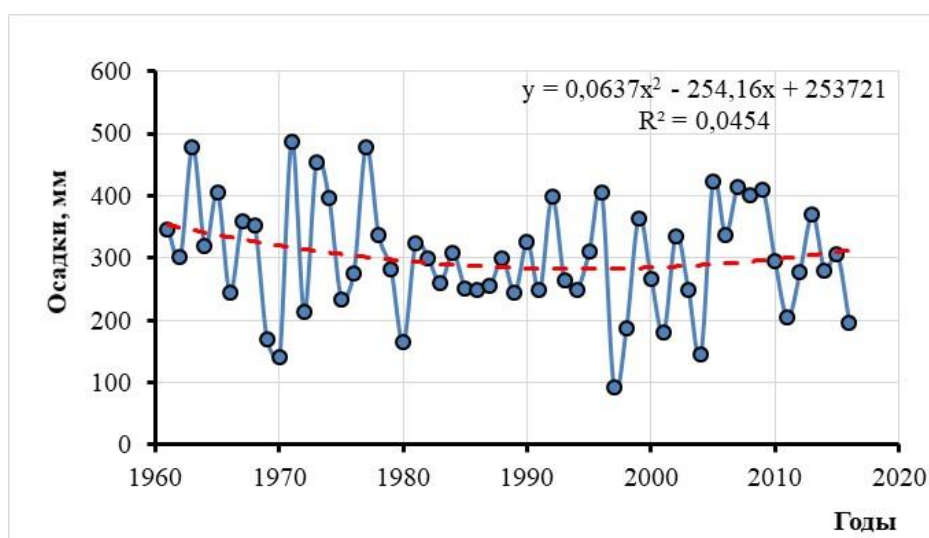


Рисунок 4.3.9. Изменение объема атмосферных осадков в районе водохранилища «Таджикское море» за последние 60 лет

В районе водохранилища летом устанавливается жаркая безоблачная сухая погода. Средняя температура воздуха самого теплого месяца по многолетним данным, равна 29,8°C, а самого холодного (январь +4°C). Многолетняя средняя температура воздуха на побережье водохранилища колебались от 12,2°C до

15,0°C. В январе и декабре она изменяется от 0,2°C до 7,0° С, в июле от 26,3°C до 29,7°C. Влияние водохранилища на температуру воздуха окружающей местности особенно заметно в летний период. До построения водохранилища в июне и июле она изменялась в пределах 26-27°C. Спустя 10 лет, в 1968 году в это время она снизилась от 23 до 26°C., а осенью 1970 г. температура воздуха повысилась на 3-4°C .

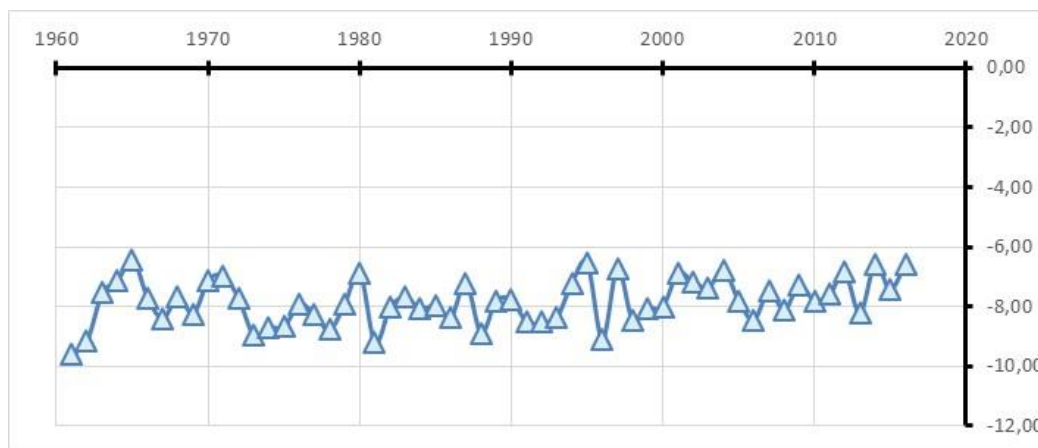


Рисунок 4.3.10. Изменения температуры воздуха, связанные с высотой местности, в районе водохранилища «Таджикское море» за последние 60 лет

Вытянутые горные хребты вдоль долины обуславливают своеобразие ветрового режима. Ветры дуют субширотно, направления СВ, иногда З-СЗ. скорость ветра при этом - до 7 м/с, в приплотинной части водохранилища - 0,5 м/с. Изредка в восточной части водохранилища фиксируется ветер с скоростью до 20 м/с.

Одним из негативных метеорологических явлений, который в последние годы как в районе водохранилища «Таджикское море», так и практически всей западной части территории Таджикистана, имеет наиболее устойчивое проявление, являются пыльные бури. В Севером Таджикистане пыльные бури распространены очень неравномерно, от одного дня за год, в районе Шахристанского перевала, до 9-10 дней, продолжительность пыльных бурь неодинакова. В Согдийской области нередко возникают пыльные бури (мгла), которые вызывают

продолжительные сухие периоды, создают лёссовые почвы в предгорьях, незакреплённые пески в пустынях, частые штормовые ветры.

На территории Таджикистана распространение мглы зависит от ряда факторов, в частности, от происхождения частиц пыли, типа подстилающей поверхности, типов синоптических процессов. В предгорьях и долинах Северного Таджикистана за год количество дней с мглой не превышает 9-10, в Зеравшанской долине уменьшается до 2-4 дней, в Гиссарской долине увеличивается до 20 и далее к югу возрастает до 40-50 дней. А продолжительность мглы увеличивается с севера на юг [136].

Многолетние наблюдения в городе Худжанде и в Гулистане показали, что наиболее устойчивой во времени является мгла, при которой в период развития термической депрессии в воздухе поднимается большое количество частиц пыли и песка. Пыльные бури переносятся до значительных высот мощными конвективными потоками [73].

Влияние водохранилищ, даже самых крупных, на климат распространяется на сравнительно небольшую территорию.

4.4. Особенности развития растительности в районе

Растительность на Северном Таджикистане, в частности в районе водохранилища «Таджикское море» имеет свои региональные особенности и разнообразна. Для нее характерно господство пустынных, степных и высокогорно-луговых растительных групп. Древесно-кустарниковая растительность занимает менее 4% территории. Характерным является вертикальная поясность растительности и изменение ее в горизонтальном направлении, связанное главным образом с неравномерным распределением годовых сумм осадков.

Общей чертой растительность исследуемого района является господство пустынной и полупустынной растительности, определяющее соответственно и хозяйственное использование её. Развивается она преимущественно весной, в это время обильно вегетирует эфемерная растительность. Летом и осенью растительность почти горных грядках - Акбель, Акчап, Супетаг, Наукат отсутствует,

вокруг каштановых полей и окрестностях полукустарниковая полынь и солянки. К урочищу Кукураку - северо-востоку по руслам реки заросли тростника. Тугайные леса из гребенщика, лоха, разновидности тополя распространены. Между холмами на более засоленных почвах обычны янтак и ксерофитные заросли.

Район верховья водохранилища отмечается полупустынным характером растительности и песчаным почвами.

Правобережье долины в районе водохранилища характеризуется песчаными и суглинистыми почвами с растительностью пустынного типа.

Северному Таджикистану характерна вертикальная поясность растительности, где количество осадков невелико. Долины и предгорья (до 1000–1100 м) покрыты эфемерно-полынной растительностью с преобладанием пустынной осоки, луковичного мятлика, полыни, ряда однолетних злаковых и бобовых. На правобережье р.Сырдарьи встречается типично пустынные группировки с солянками и полынью, на песках – саксаульники, по речным долинам в местах, не освоенных под земледелие, развита тугайная растительность.

На горных склонах до 2000 м высоты распространены пырейные степи с господством волосистого пырея. На этих же высотах на Кураминском хребте преобладают полынные группировки пустынного типа. На высотах свыше 2000 м господствуют разреженные заросли можжевельника, в травяном покрове – дерновинные степные злаки, иногда луговые травы.

Растительность пойменного комплекса р.Сырдарьи разнообразна, но относится к одному ландшафту, так как на протяжении территории, занятой ландшафтом, она непрерывно чередуется, сменяя один тип растительности другим. В основном здесь представлена такой растительностью как вейниковыми лугами, джидовниковыми тугаями. При понижении уровня грунтовых вод и при засолении почвы появляются туранговые тугаи, которые, в свою очередь, при дальнейшем засолении сменяются галофитными кустарниками-тамариксами и солянко-колесником. С другой стороны, зарастающие протоки и старицы имеют другой набор растений: начиная от рдестов, камыша и тростника по береговым отмелям до густейших тростниково-эриантусовых зарослей по болотам [76].

Тугаи представляют собой сообщества с господством листосбрасывающих

ксеромезофитных мелколиственных мезотермных деревьев, произрастающих в условиях переменного увлажнения. Для них характерны краткий зимний покой и длительная летняя вегетация с разной степенью пойменного увлажнения и, следовательно, с разными сопутствующими травянистыми растениями.

Тугаи распространены на пойменных террасах Сырдарьи. Станюкович К.В. в понятие тугаи включает также и ассоциации с господством древесных растений, исключая заросли тростника, эриантуса, имперагы, солодки и других трав [89, 132]. В травяном покрове тугаев встречаются кормовые (мятлик, императа) и лекарственные (верблюжья колючка, солодка) растения.

Развитие растительности в районе, ее устойчивость, во многом определяется рядом природно-метеорологическими особенностями. Так, ветровая эрозия является одним из действующих факторов развития геодинамических явлений в орошаемых полупустынях пустынях Ашта, Самгара, Дальверзина и Зафарбада. В указанных местностях ветровую эрозию создают следующие факторы: природные (количество осадков, механический состав почв, повторяемость и скорость ветров, засушливость климата), техногенные (неправильная распашка земель). Сочетание этих факторов и их часто проявление оказывают влияние на ветровую эрозию почв и климат в указанных местностях. Районы характеризуются сильными ветрами со скоростью от 15 до 25 м/сек, которые имеют западное и восточное направление. Соответственно этому и развивается растительность.

Исследователями замечено положительное влияние водохранилищ на биосферу. Так, Жигулевское водохранилище вызвало сокращение ареалов реофильных² и проходных видов рыб (осетра, белуги, сельдей и др.) и создало этим благоприятные условия для размножения ценного вида – стерляди [163]. Другой пример - каскад водохранилищ на реке Волге и реке Кама способствовал процессу самоочищению реки от техногенных выбросов [12, 47, 93].

На примере водохранилища «Таджикское море» установлено, что в последние 70 лет общая минерализация воды р.Сырдарьи в области формирования стока не испытывала сильных изменений [66]. А увеличение суммы ионов за этот

² Реофильные – организмы, приспособленные к обитанию в текущих водах с приливно-отливными или постоянными течениями.

период является «следствием комплекса водохозяйственных и мелиоративных мероприятий» [133].

Водохранилище «Таджикское море», как было отмечено выше, имеет некоторые региональные отличия от других водохранилищ республики. Размеры водохранилища и его очертание в плане определяются формой затопленной долины (исключая левобережья) и какой то мере зависят от формы р.Сырдарья до строительства. На географических картах, особенно космоснимках хорошо прослеживается четкая приуроченность определенных типов растительности к морфологии водохранилища.

Чаша водохранилища приурочена к верхненеогеновым и нижнечетвертичным отложениям. Грунтовые воды района водохранилища «Таджикское море» обычно безнапорные, хотя на отдельных участках (Ниязбек и Махрам) имеют местный напор. Они обычно залегают на небольшой глубине. В зависимости от сезона, количество осадков, температуры изменяется уровень грунтовых вод и их химический состав. В периоды дождей их уровень поднимается и меняется солевой состав, а в засушливое время уровень воды опускается и возрастает ее минерализация. Кроме этого режим грунтовых вод изменяется под влиянием водохранилища.

По ландшафтному районированию район (у восточного побережья), как было уже отмечено, относится к Переднеазиатской ландшафтной области, к неизменно-равнинному поясу очень жаркому с пустынной и эфемеровой растительностью, тонковолокнистым хлопчатником на сероземах. Условия пояса, в целом, неблагоприятны интенсивному заселению.

Увеличение минерализации вод р.Сырдарьи приводит к росту минерализованности подземных вод: воды верховодки верхнечетвертичного водоносного комплекса имеют минерализацию 1.8 г/л, что превышает норму. На северном борту реки минерализация подземных вод местами превышает 4 г/л, что отражается в засолении почв, а изменение температурного режима в нижнем течении реки и осветление её за счет эффекта отстоя может ухудшить качество воды для полива [65].

Следует подчеркнуть, что в 2020 г. Таджикистан присоединился к Рамсарской Конвенции ООН о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, и район водохранилища «Таджикское море» был включен в Список Рамсарских водно-болотных угодий международного значения (List of Ramsar wetlands of international importance)³. В Список Рамсарской конвенции по сохранению и использованию водно-болотных угодий из Таджикистана вошли 5 объектов [146]:

1. Водоохранилище «Таджикское море», включенная в СРК под номером 1083.
2. Озеро Каракуль - самое большое, бессточное, горко-соленое озеро Таджикистана с площадью свыше 360 кв. км, расположенное на высоте 3910 м.абс.
3. Нижняя часть реки Пяндж – редкий тугайный ландшафт, где за фиксирован 61 вид тугайных растений и свыше 50 видов животных.
4. Озеро Рангуль. Площадь Рангуля 8 км², максимальная глубина – 2,5 м. Характерно рыба из рода османов и колонии диких гусей.
- 5 Озеро Шоркуль. Оно с изменчивой площадью акватории 10-14 км² в последние годы медленно высыхает.
6. Озеро Зоркуль (площадь 39 км²) – ключевой компонент заповедника «Зоркуль».

К 2020 г. участниками Конвенции являются 170 государств, на территории которых находится 2341 водно-болотных угодий международного значения общей площадью свыше 250 млн га [146].

В летний период из-за падения уровня воды в водохранилище «Таджикское море» в Рамсарских угодьях на площади свыше 170 га образуются 7 озер, в которых скапливается молодь ценных промысловых видов рыб.

Включение ландшафтной зоны района водохранилища «Таджикское море» Рамсарской конвенцией водно-болотным угодьем международного значения способствует повышению внимания государства к сохранению водно-болотного режима и охране биоты района и привлечению инвестиции на природоохранные

³ https://ru.abcdef.wiki/wiki/List_of_Ramsar_wetlands_of_international_importance

и рекреационные цели. Конвенция устанавливает, что «водно-болотные угодья должны быть выбраны для включения в список с учетом их международного значения с точки зрения экологии, ботаники, зоологии, лимнологии или гидрологии»⁴.

Выводы по главе 4

1. Геоэкологические условия района водохранилища «Таджикское море» представлены совокупностью природных и антропогенно измененных особенностей территории, определяющих функционирование экосистем и их устойчивость к инженерно-хозяйственным воздействиям.

2. Ландшафты района водохранилища относятся к Сырдарьинской провинции озерно-аллювиальных, болотных ландшафтов с широколиственно-тополиными деревьями на сероземных, дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, болотами. Ландшафты района представлены неизменно-равнинным, очень жарким поясом с пустынной и эфемеровой растительностью, серо-бурыми, светлыми и типичными сероземными почвами. Ландшафты подразделяются на гумидные на грунтовом увлажнении, аридные на атмосферном увлажнении и антропогенные.

3. Почвы района представлены в основном сероземами (типичными, пустынными, карбонатными, серыми) и горными коричневыми типами (светлые, серо-коричневыми). Характерной особенностью почв района являются их развитие на аллювиальных и каменистых делювиальных отложениях. Широко распространенные сероземы разнообразны и представлены аллювиально-болотными, лугово-болотными и аллювиально-тугайными пойменными почвами с фрагментарно развитыми солончаками.

4. В климатическом отношении район водохранилища относится к Переднеазиатской климатической области и согласно климатическому районированию

⁴ https://ru.abcdef.wiki/wiki/List_of_Ramsar_wetlands_of_international_importance

представляет собой таджикостанскую часть Ферганской долины, для которой характерен низменно-равнинный, очень жаркий пояс с пустынной и эфемеровой растительностью, в т. ч. тонковолокнистого хлопчатника на серо-бурых, светлых и типичных сероземных почвах. Пояс характеризуется большими запасами тепла и длительным безморозным периодом.

5. Для района характерно господство пустынных, степных и высокогорно-луговых растительных групп с редкой древесно-кустарниковой растительностью, а также вертикальная поясность, ее изменение и в горизонтальном направлении, связанное главным образом с неравномерным распределением годовых сумм осадков. Общей чертой растительность исследуемого района является господство пустынной и полупустынной растительности. Характерны тугаи, имеющие краткий зимний покой и длительную летнюю вегетацию с разной степенью пойменного увлажнения, ассоциирующиеся с древесными растениями (тростник, солодки и др.).

6. Включение района водохранилища «Таджикское море» в Список Рамсарских водно-болотных угодий международного подчеркивает его особый природно-ландшафтный статус и способствует повышению внимания государства к сохранению водно-болотного режима и охране биоты района и привлечению инвестиции на природоохранные и рекреационные цели.

ГЛАВА 5. ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАЙОНА ВОДОХРАНИЛИЩА «ТАДЖИКСКОЕ МОРЕ» В УСЛОВИЯХ ИНЖЕНЕРНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

В условиях постоянного взаимодействия природы и превратившуюся в мощную силу техногенного воздействия выступают в силу новые закономерности процессов и явлений функционирования экосистем, в том числе водных потоков реки Сырдарья [82, 140]. Поэтому в настоящее время в ином освещении рассматриваются изменения среды водохранилища «Таджикское море» [11, 30, 110 и др.], а оценка и прогнозирования проявления современных геодинамических процессов, нарушение среды под влиянием глобального изменения климата и инженерно-хозяйственной деятельности приобретают особый характер.

Как было отмечено выше, проблемам изменения климата и влияния техногенной деятельности на геологическую среду, в частности их роль в безопасном функционировании водохранилищ, в частности, водохранилища «Таджикское море» посвящена широкая литература. Однако многие результаты проведенных исследований устарели, а часть из них потеряли свою актуальность, а другая - устарела с истечением времени и изменением параметров водохранилища.

Эта проблема, т.е. изменение климата и влияние техногенной деятельности на геологическую среду имеет и обратную связь, т.е. изменение природных условий, например, геоэкологических условий в результате изменения климата и под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности. Последняя, как было отмечено во Введении, и является центральной целью и задачей настоящей диссертационной работы. Следует специально подчеркнуть, что эти задачи нами решаются с применением новых данных и информационно-технологических возможностей (космическое зондирование, мультиспектральная съемка, ГИС и др.).

В настоящее время глобальное изменение климата является общепризнанной реальностью. Ниже нами рассматриваются особенности проявления этого явления в районе водохранилища «Таджикское море».

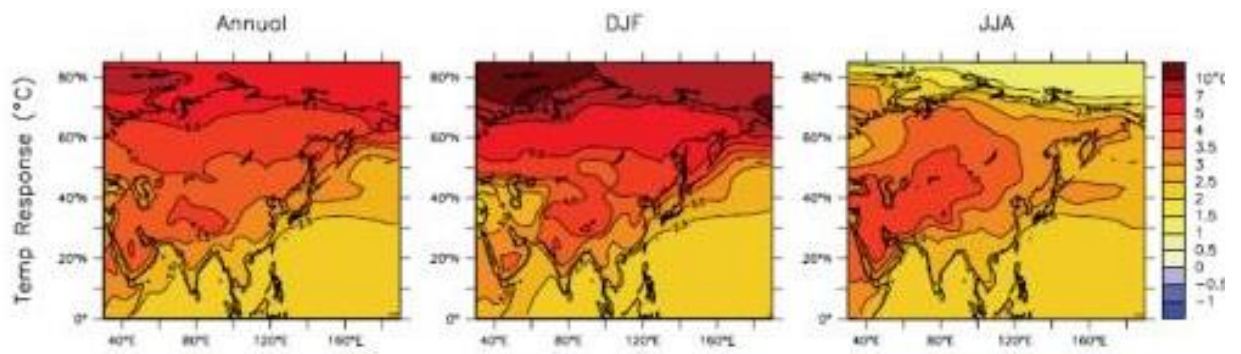
5.1. Глобальное изменение климата и проявление его влияния в районе водохранилища «Таджикское море»

Изменение климата является одной из глобальных проблем современного мира [92, 137, 167, 168 и др.], а его влияние на режим и безопасность функционирования водохранилищ, особенно в условиях горных стран, каким является Таджикистан, имеет тенденцию возрастания [24, 25, 57, 157, 192 и др.].

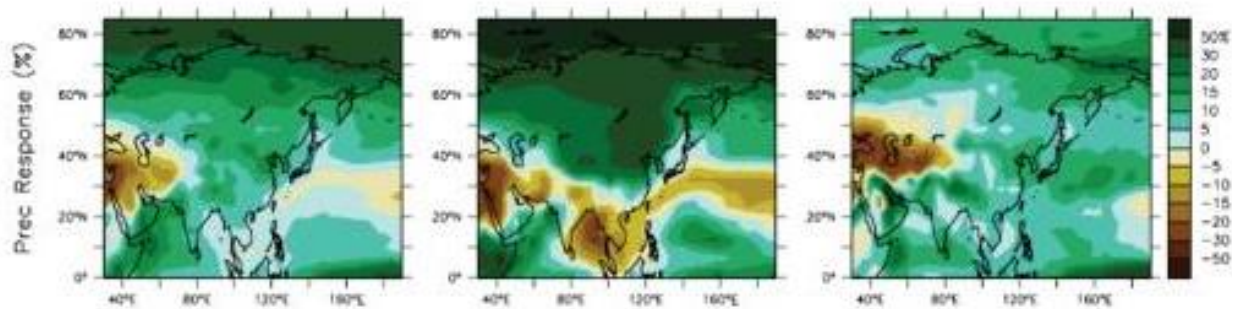
Для смягчения последствий изменения климата Правительство Республики Таджикистан в 2003 г. приняло «Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата [177] и важный государственный документ – “Стратегия развития водного сектора Таджикистана” [179].

Применительно к территории Таджикистана в начале 2000-х годов отечественными учеными и специалистами были разработаны адаптационные меры к изменению климата согласно предложенным международными организациями сценарий для разные периоды, вплоть до 2080 г. Прошедшие десятилетия показали, что практически все сценарии изменения климата применительно к Центральной Азии оказались далекими от реальной картины.

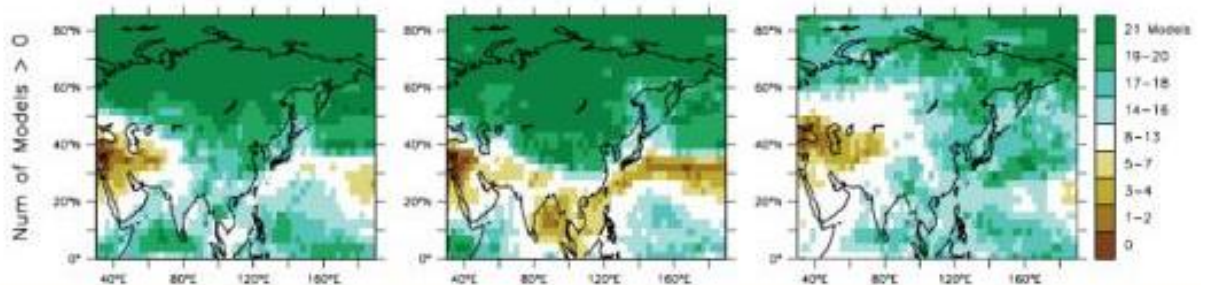
По прогнозу изменения климата в Азиатской части, основанному на имитационных моделях MMD-A1B как наиболее признанной (рис. 5.1.1), видно, что по сравнению со средними значениями 1961-1990 гг среднегодовая температура (а), среднегодовое количество осадков (б) и среднее значение стока (в) имели тенденцию к увеличению [167, 168]. Christensen J.H. и др. выявили динамику среднегодовой температуры (Т), осадков (Р) и стоков (О) для района водохранилища «Таджикское море» по сравнению со средними значениями 1961-1990 годов.



а



б



в

Рисунок 5.1.1. Динамика изменения значений среднегодовой температуры (а), среднегодового количества осадков (б) и среднего значения стока (в) [167].

На рис. 5.1.1. заметно, что изменения касаются также и района водохранилища «Таджикское море» (координаты $40,5^{\circ}$ с.ш.– 70° в.д.), соответственно, на уровне $3-4,5^{\circ}\text{C}$, $0-5\%$ и $8-13$ млн куб.м.

Если прогноз по сценарию MMD-A1B в общих чертах находит свое подтверждение, то модели GCM и RCM дают «слишком грубые прогнозы» (too

crude), что не соответствует реальности. Авторы [167] связывают это с особенностями горных регионов, топографией местности, в частности зависимость тенденций и аномалий температуры от высоты, что не были учтены в них.

На рис. 5.1.2. видно, что оценки по 5 различным сценариям (A1B, A2, B1, SDSM-A2, SDSM-B2) не сходятся друг с другом, т.е. отличаются. Эти же оценки, сгруппированные этой же группой международных экспертов [167] на 3 сценарии («Жаркий-сухой», «Средний» и «Теплый-влажный») (табл.5.1.1).

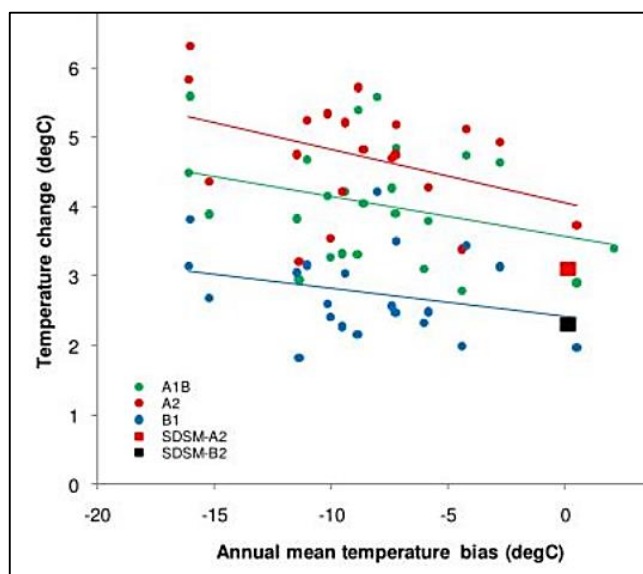


Рисунок 5.1.2. Изменение среднегодовой температуры и количества осадков в районе водохранилища «Таджикское море» к 2080 г. по различным моделям (сценариям).

Анализ изменений среднегодовой температуры непосредственно в районе водохранилища «Таджикское море» на тематической карте Таджикистана, составленной экспертами ООН по изменению климата (рис. 5.1.3), показывает, что она имеет четкий тренд.

Таблица 5.1.1. - Варианты сценарев изменения климата в районе водохранилища «Таджикское море» в период 2050-е и 2050-е гг. (измерения в районе Акжара) (по [167])

Сценарии	Изменение температуры и давления		Гидрологические модели		
	ΔT	ΔP	СТВ (18%)	РЕГ (13%)	МВБ (23%)
2050-е гг.					
«Жаркий – сухой»	+4°C	-10%	+16	+20	-50
Средний	+3°C	+5%	+17	+21	+2
«Теплый– влажный»	+1,5°C	+20%	+18	+19	+55
2080-е гг.					
«Жаркий – сухой»	+6°C	-15%	+27	+30	-80
Средний	+4°C	+5%	+22	+27	-5
«Теплый влажный»	+2°C	+30%	+28	+28	+83

Примечание. Модели: СТВ – стока талых вод, РЕГ - регрессионная модель, МВБ - модель водного баланса.

Из анализа рис. 5.1.1. и 5.1.3. следует, что за 30 лет (1961-1990 гг.) в районе ВТМ надежными инструментальными метеонаблюдениями установлено изменение средних температур в диапазоне -0,5°C до +1,0°C. Это подтверждается также анализом климатических особенностей района за прошедшие после этого периода 30 лет (1990-2019 гг.) (см. Глава 1). Отсюда вытекает важный вывод о том, что эта тенденция в общем сохранилась в течении достаточно длительного времени.

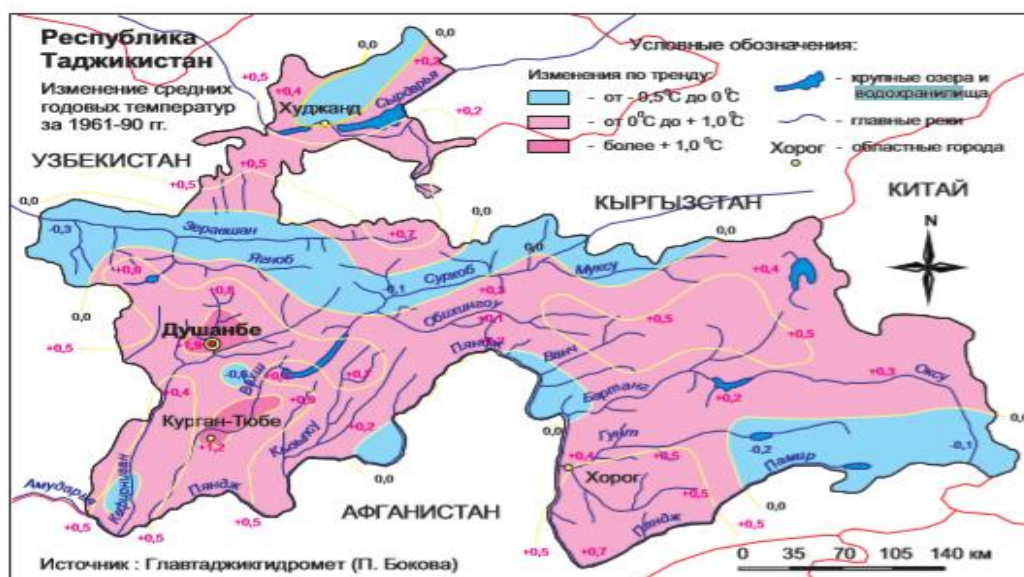


Рисунок 5.1.3. Изменение среднегодовой температуры в районе водохранилища «Таджикское море» за последние 30 лет (по данным Агентства по гидрометеорологии РТ).

Точно также, температура воздуха по этим прогнозам в районе водохранилища должна была повышаться на $+1,2^{\circ}\text{C}$ (рис.5.1.4).

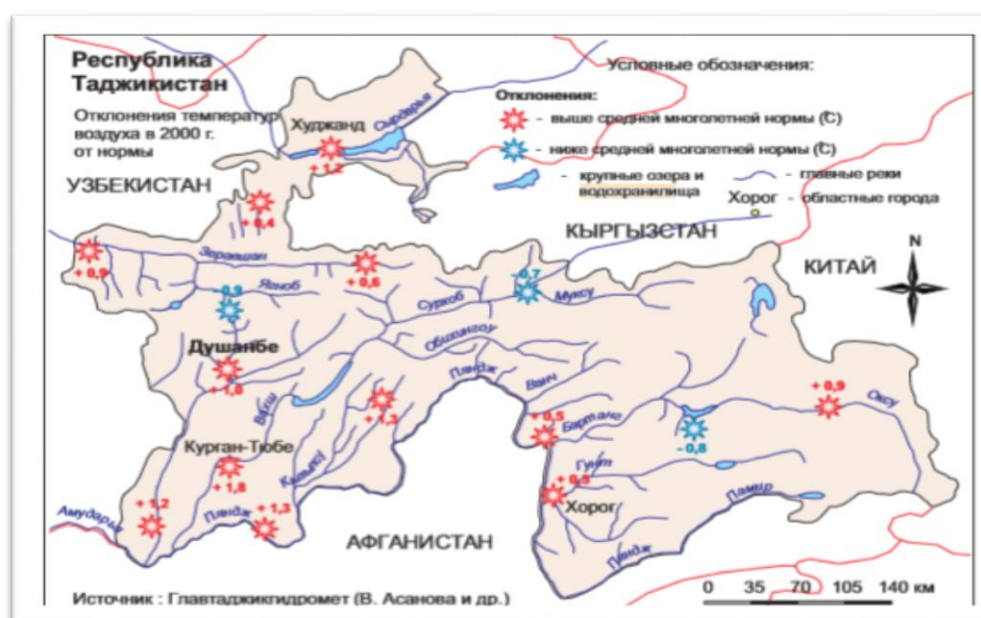


Рисунок 5.1.4. Отклонения температуры воздуха в районе водохранилища «Таджикское море» от нормы (по данным Агентства по гидрометеорологии РТ).

Как показывает современные, новые данные, в районе водохранилища произошло многолетнее среднегодовое повышение температуры воздуха на уровне $0,9^{\circ}\text{C}$, что приблизительно совпадает с предсказанной величиной, и одновременно имеет сложный характер (см.ниже).

Но, между тем, наиболее сложная ситуация возникла в бассейне р.Сырдарья, где уже в 80-х годах прошлого века были полностью освоены все водные ресурсы и уже наблюдается их дефицит [57].

Согласно прогнозам международных экспертов, в первой половине XXI века в Азии должно было бы наступить потепление глобального среднего значения, которое наиболее отчетливо будет выражаться в Центральной Азии, Тибетском нагорье и Северной Азии. Вероятное количество осадков летом по этому прогнозу увеличится в Северной Азии, Восточной Азии, Южной Азии и большей части Юго-Восточной Азии, но, также вероятно, что уменьшится в Центральной Азии. Весьма вероятно, что наиболее жаркое лето будет более продолжительными, более интенсивными и более частыми в Восточной Азии, а Восточной и Южной Азии очень вероятно наступление очень холодных дней [167].

Как следует из прогноза международных экспертов, для Центральной Азии прогнозировалось устойчивое потепление климата и уменьшение количества осадков. Прошедшие десятилетия 21 века в определенной степени подтвердили этот прогноз. Действительно, по наблюдениям за осадками, температурой воздуха стало известно, что эти показатели, их динамика имеют устойчивую тенденцию к изменению.

Нижеприведенные космические снимки NASA визуально подтверждают изменение параметров водохранилища «Гаджикское море» в период его эксплуатации (рис. 5.1.5., 5.1.6).



Рисунок 5.1.5. Космический снимок водохранилища «Таджикское море». Источник: Global Land Survey (<http://www.usgs.gov>). Снимок синтезированный P165R032_2X19750731. Дата: 31.07.1975



Рисунок 5.1.6. Изменение ареала водохранилища за 1975-2021 гг. Источник: Google Earth Pro, 2021.

При этом влияние на прилегающие территории оказалось таким: инструментально установлено [110], что на водохранилище «Таджикское море» уменьше-

ние среднемесячной температуры воздуха (или охлаждающий эффект) отмечается на расстоянии до 40-50 км от берега и в максимуме (0,1-1,4°С) проявляется с мая по сентябрь. Отопляющий эффект незначителен (0,1-0,3°С) и отмечен в начале ноября – конце марта. Изменяется микроклимата происходит из-за повышения влажности воздуха и изменения ветрового режима.

5.2. Заиление и испарение –важные показатели динамики водохранилища

Заиление, т.е. накопление илистых, тонкообломочных материалов на дне водоемов является одной из основных проблем водохранилищ, особенно в горных регионах [12, 20, 67 и др.]. Эта проблема по сравнению с типично горными водохранилищами республики в водохранилище «Таджикское море» ощущается не так остро, но учитывая его небольшую глубину, заилению дается пристальное внимание, и ему посвящена обширная литература, перечисленная во «Введение». Нарушения на долинном водохранилище «Таджикское море» отличаются от такого типичного горного - Нурекского водохранилища, что вызвано их природно-географическими, геологическими и морфометрическими особенностями [156].

Для оценки масштабов и интенсивности заиления важны гидрологические характеристики реки Сырдарья, на русле которой построено водохранилище.

В пределах Северного Таджикистана р.Сырдарья относится к равнинным, ее ширина - от 60 м до 170 м. Дно реки ровное, песчано-илистое, изредка галечниковое. Склоны (борты) имеют слабый уклон (1-3°). Они сложены до глубины 8-30 м только современными песчано-галечниковыми отложениями. Пойма реки сплошная, обладает четверья террасами, имеет ширину от первых метров до 300 м. Глубина затопления в половодье не превышает 1 м. А главные характеристики реки - средний многолетний расход воды у г.Худжанда составляет 410 куб.м/с, скорость течения 0,8-1,1 м/с, а при подъеме воды до 4 м, расход достигает 580 куб.м/с и больше. Река образует разнообразные извилины, заводи,

старицы из-за блуждания ее русла, что играют своеобразную роль в транспортировании и накоплении илистого материала.

Заиление кроме прочего зависит от параметров водохранилища. Максимальная глубина у плотины водохранилища «Таджикское море» (западная часть) составляет 25 м, а средняя глубина - 8 м. Но, в западную часть ил со стоком практически не поступает. Заиление на этом участке минимальное, и связано не столько со стоком сколько с плоскостным смывом (эрозией) бортов и поступлением отсюда тонкообломочных материалов в чашу и их осаждением. На восточном участке заиление распространяется на расстоянии 10-15 км.

Данные по заилению, как вытекает из анализа литературы и по доступным нам данным, противоречивы, что связано с различными методиками определения этой характеристики [67]. Так, по данным Судольского А.С., сведенные позже в его монографии [147]. объем заиления водохранилища за первых 30 лет составлял 1365 млн. м³.

Все исследователи практически едины в том, что по всему руслу р.Сырдарья выше плотины заилена.

Заиление водохранилища «Таджикское море» интенсивно проявилось в первые годы его эксплуатации [91, 96, 97, 131, 147 и др.]. По данным Муртазаева У.И. [110] в период 1956–1960 гг. объем заиления составлял 143 млн. м³, в 1966 г. –232 млн. м³, в 1975 г. –787 млн. м³ (свыше 18% общего объема водохранилища). Потеря объема водохранилища в первые годы эксплуатации (1957-1965 гг.) превышала 74 тыс.куб.м. в год. После этого, в связи с строительством, выше по реке, в соседнем государстве Токтогульской плотины (в 1972 г.) и Андижанской (в 1978 г.), потери объема резко сократились и в период 1975-2009 гг. составили около 8 тыс.куб.м. в год, т.е. темпы и объемы заиления резко снизились.

По другим источникам, заполнение водохранилища продолжалось с 1950 по 1973 гг. и в это период происходило его интенсивное заиление. За этот период накопилось по разным расчетам от 410 до 520 млн. тонн ила. Во второй период, 1973-2019 гг. по общепринятым данным на дне водохранилища накопилось

свыше 215 млн. тонн осадка. Объем взвешенных наносов р.Сырдарьи до строительства водохранилища на входе на территорию Таджикистана (пост Акджар) составлял около 18 млн. тонн в год, а в районе вытекания реки на территорию Узбекистана - свыше 23 млн. т в год [161].

По расчетам Муртазаева У.И. к концу 2000 г. объем водохранилища уменьшился на 26,3 %, общий объем заиления достиг 1092 млн м³, а к 2017 г. составлял 1465 млн. м³. А среднегодовой объем заиления водохранилища составляет 25 млн. м³. [110]. Эти показатели нами принимаются как наиболее достоверные.

По данным специалистов Кайраккумской ГЭС объем заиления водохранилища к 2019 г. оценивается в 1741 млн. м³, а специалисты фирмы Темелсу (Турция) считают ее завышенной и дают свою оценку – в 1038 млн. м³ [109].

Есть мнение о том, что за весь период эксплуатации водохранилища на дне водохранилища «Таджикское море» объем заиления превысило 730 млн. тонн [24, 25, 109].

Абдушукуров Д.А. и др. [8] приблизительно оценивают объемную массу илов на дне водохранилища в 500 млн. м³, считая, что это составляет одну треть его мертвого объема. Надо отметить, что данные Абдушукурова Д.А. и др. основаны на инструментальных наблюдениях (батиметрическая съемка). Авторы в 2008 г. изучая проблему заиления, проводили батиметрическую съемки центральной части водоема акустическим доплеровским профиломером. Было установлено, что уровень заиления оказался значительно больше ожидаемых величин, особенно в верхнем участке водохранилища. В верхнем и среднем разрезе водохранилища заилению полностью подверглось старое русло Сырдарьи и лишь в нижнем течении угадываются контуры старого русла.

Объем заиления за весь период эксплуатации оценивается специалистами на уровне 1465 млн. м³, что обеспечивает заиленность водохранилища на уровне 35 %.

К общему объему заиления, по нашему мнению, следует прибавить и объемы материалы, поступающие при переработке берегов и размыве песчаных островов реки [156, 58]. К сожалению, этот фактор не всеми учитывается.

Таким образом, накопление осадков на дне водохранилища оценивается неоднозначно и колеблется в широких, но допустимых, не угрожающих пределах. Мы считаем, что заиление водохранилища «Таджикское море» находится в пределах допустимых норм, не угрожает его работе, и этот темп принимается как фиксированный и стабилизированный [67, 178].

По нашим данным, основанным на данных космоснимков со спутников NASA, заиление водохранилища «Таджикское море» имеет четкую приуроченность к палеоруслу, особенностям подводного рельефа и источникам поступления наносов (рис.5.2.1).

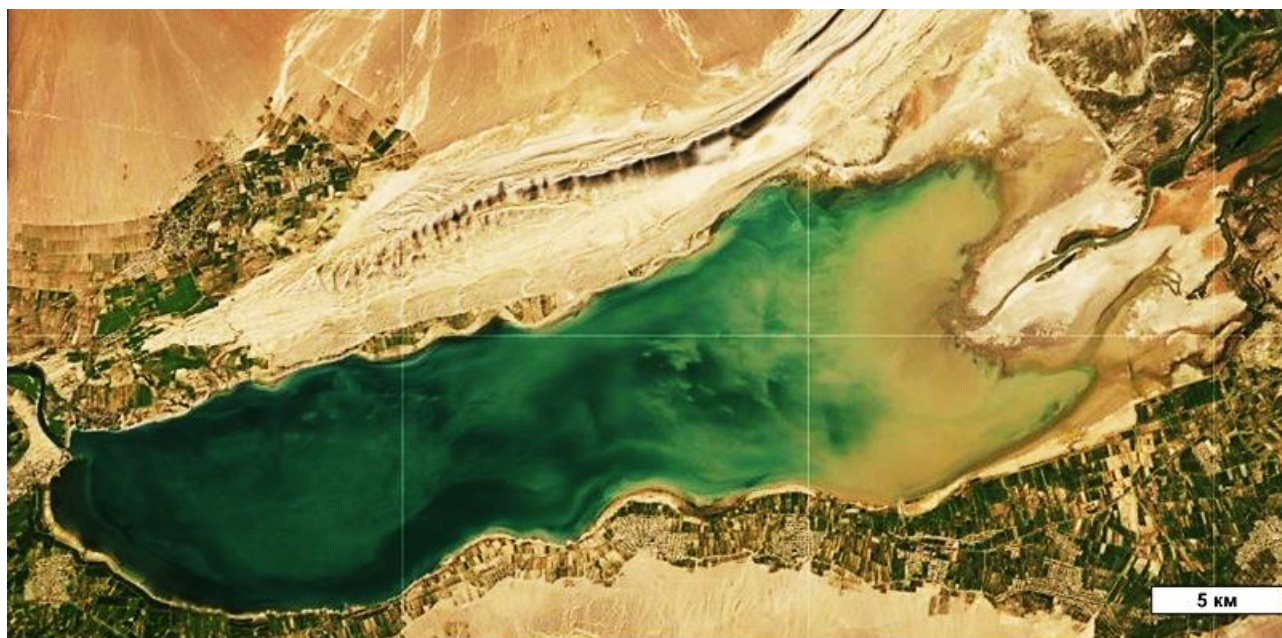


Рисунок 5.2.1. Карта глубин водохранилища «Таджикское море». Одновременно отчетливо видна градация заиления. Источник: Снимок синтезированный P219R038_2X20200811. Дата: 11.08.2020.

Из рис. 5.2.1. видно, что масштабы заиления в настоящее время в основном связаны с плоскостной эрозией бортов, которая при увеличении атмосферных осадков на фоне интенсивного нарушения земель (вспашка, посевы, полив и др.) может стать главнейшим фактором.

Как было отмечено выше, эксплуатация водохранилища может привести к негативным последствиям. Резко возросла интенсивность процессов нарушения

экологического равновесия, усилились засоление земель и их опустынивание, ухудшилось качество воды практически во всех источниках. В результате, уже к 70-м годам прошлого века водные ресурсы бассейна р. Сырдарья оказались почти полностью исчерпанными, возник дефицит водных ресурсов. Одной из причин этого является испарение с акватории водохранилища [152, 169, 170]. Водохранилище «Таджикское море» - не исключение и поэтому здесь происходит постоянное интенсивное испарение воды и концентрирование веществ (см. Глава 2). Проблемой испарения с поверхности водохранилища «Таджикское море» занимались в основном видные отечественные ученые и специалисты [104, 112, 114, 139 и др.]. Изучение испарения с поверхности водохранилищ является очень сложной задачей. Хотя для этих целей существуют специальные руководства (например [152]), однако из-за сложности проблемы, трудности подбора параметров, оценка величины испарения у разных исследователей отличаются друг от друга.

Наблюдения за испарением в настоящее время проводятся Кайраккумской ГМС с 2014 года согласно нормативным документам [152]. Годовые значения испарения оценены следующим образом (табл. 5.2.1).

Таблица 5.2.1. Среднегодовые значения испарения с акватории водохранилища «Таджикское море» (по данным Кайраккумской ГМС), мм с площади

Период, годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Показатель, мм	1039,9	1096,0	1336,0	1108,3	992,5	1204,9

Интенсивное испарение с поверхности водохранилища составляет 0,5 куб.км/год, что примерно равно годовому стоку р. Сырдарья (табл. 5.2.2).

Таблица 5.2.2. Испарение с акватории водохранилища «Таджикское море» (по данным [110, 114])

Период, годы	1961-1965	1966-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1985	1986-1990	2000-2014
Объем, млн. куб.м	453	437	335	300	344	298	314

Данные табл. 5.2.2., указывает на интервал изменения значений испарения от 298 до 453 млн. м³. Колебания величины легко объясняется изменением гидро- и метеорологических параметров: температуры воздуха, атмосферных осадков, водности и пр.

Известно, что гидроэкологический режим реки, как и по все ее длине от Нарына до Арала, в последние 60 лет в связи с ее ирригационно-мелиоративном использованием стал систематически и безвозвратно нарушаться, а водность – уменьшаться [108, 117, 129, 162, 168 и др.]. Во водохранилище из-за естественного поверхностного испарения и антропогенных факторов повышается минерализации вод и за 60 лет возросла более чем в два раза (рис.5.2.2). Угрожающей является устойчивость этой тенденции.

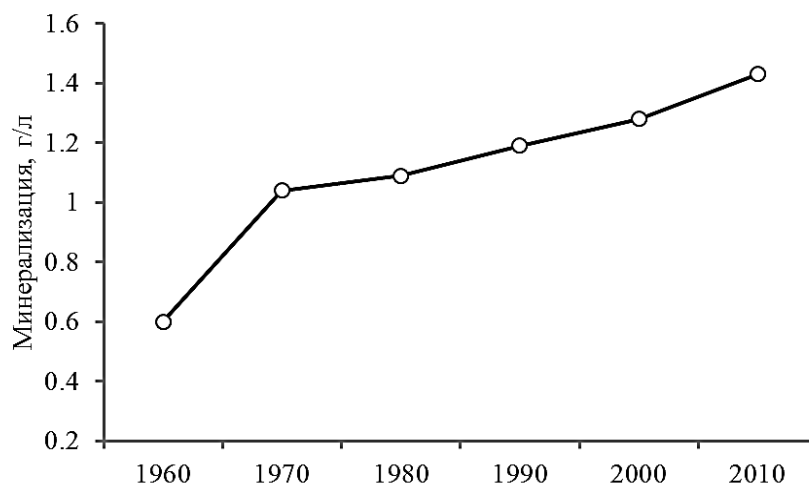


Рисунок 5.2.2. Изменение минерализации вод водохранилища «Таджикское море». По [112, 129].

Такое изменение в целом связано с высоким уровнем антропогенного воздействия, особенно созданием искусственных водоемов [94, 171, 184, 185, 193 и др.]. Как отмечает Валиев Ш.Ф. [32], стремительная интенсивная инженерно-хо-

зьяйственная деятельность привела к увеличению непроницаемых или слабоводопроницаемых поверхностей и, следовательно, к заметному повышению поверхностного стока и подтоплению поймы.

5.3. Современные геолого-геодинамические процессы в районе водохранилища

Возведение и эксплуатация водохранилища, естественно, провоцирует развитию различных геодинамических процессов, начиная от наведенной сейсмичности до проявления обвальных, осыпных, оползневых явлений, а также резкого изменения уровня грунтовых вод, накопление иловых отложений на дне водохранилища, интенсивная переработка берегов, появление техногенного рельефа и др. [46, 78, 90, 95 и др.].

Современные геолого-геодинамические процессы в районе водохранилища «Таджикское море» развиты в различных областях развития рельефа по-разному:

- в зоне горного рельефа развиты денудационно-эрозионные процессы, деятельность временных потоков,
- в зоне предгорного рельефа идет интенсивный площадной размыв при частичной аккумуляции за счет выноса обломочного материала временными и постоянными потоками,
- в области развития равнинно-долинного рельефа наблюдаются площадной размыв поверхности верхних террас, процессы развевания, вызывающих перемещение песчаных масс – барханов, бугров.

Непосредственно в ареале водохранилища продолжают процессы переработки берегов, которые со временем имеют затухающий характер, однако с изменением климата и нарастанием техногенной деятельности могут возобновиться с новой силой.

На территории водохранилища широко развиты многочисленные геодинамические процессы, такие как оползни, обвали, провалены, карсты, заболачивание, засоление и другие гидрогеологические процессы и явления, обычно

типичные для таких гидротехнических сооружений. Гидрологические воздействия на склоны (особенно на правом берегу) весьма разнообразны, по характеру они дифференцируются на целенаправленные и стихийные (природные), прямые и косвенные.

На правом берегу с гидрологической деятельностью вод водохранилища тесно связаны разнообразные смещения блоков горных пород, которыми слагаются береговые водные оползни. Многочисленные оползни происходили и происходят во многих участках от санатория «Бахористон» до селения Куккурака на расстояние около 45 км (рис. 5.3.1).



Рисунок 5.3.1. Различные типы оползней на берегу водохранилища «Таджикское море» (Фото автора).

Изучение оползни на территории зоны отдыха показывают, что развитие оползней связано не только с деятельностью подземных вод как отмечают некоторые исследователи [201]. Оползни - это сложный процесс, происходящий под влиянием ряда факторов, а одной из главных причин является интенсивный подмыв берегов, увеличение крутизны склонов.

В районе водохранилища, где крутые склоны, сложенные глинисто-гипсоносными породами, содержащими водоносных горизонты, выходят источники вод, которые выносят частицы породы к берегу водохранилища.

Поверхностные воды санатория, двигаясь к областям дренирования, создают определенное гидродинамическое давление близ выхода на поверхность склона. Интенсивно это проявляется в тех случаях, когда водоносный горизонт гидравлически связаны с водохранилищем.

Современные процессы, характерны для района водохранилища «Таджикское море», - это оползни, карсты, эоловые процессы, сейсмичность и др.

Карст—это нарушение целостности массивов растворимых горных пород под воздействием вод. Карстовые процессы связаны с карбонатными породами такие как; известняки, доломиты, мел, мрамор и др. гипсоносными осадочными породами.

На правобережной части водохранилища «Таджикское море» распространены такие формы карста, которые по гидроморфологическим и генетическим признакам делятся на поверхностные, подземные, погребенные и глубинные. Поверхностные формы это—карри, воронки, слепые балки и овраги, карстовые желоба, котловины, понижения, депрессии, зияющие отверстия (поноры⁵), отверстия устьев естественных колодцев и шахт, ниши в обрывистых крутых склонах, открытые гроты и входы в пещеры, а также карстовые останцы.

⁵ Понор это карстовая воронка - отверстия в породе, которые поглощают временный или постоянный водный поток. Понор является самой распространённой форма рельефа в районах развития карстов.

Развитие карста происходит под воздействием поверхностных и подземных вод. Современные карстовые явления в районе развиты в гипса-соленосных толщах неоген-палеогенового возраста (рис. 5.3.2).



Рисунок 5.3.2. Развитие карстов и поноров на правобережной части водохранилища «Гаджикское море» (Фото автора).

По характеру и интенсивности развития поверхностных карстовых форм выделяются четыре типа закарстованных участков:

1. Карсты с мелкими, редкими промоинами и порами диаметром 10-20 см, распространены среди лагунных с пролювием на северных возвышенностях;
2. Карсты с преимущественным развитием воронок и поноров распространены на южных частях Самгаро-Аштского массива. Это самый распространённый тип карстов, воронки имеют диаметр до 3,0 м, на 100 кв.м площади развиты 4-5 поноров и 2-3 воронки;
3. Карсты - участки каровых полей в каменной соли распространены на месторождении Кониномак и вокруг соленого озера Оксукан;

4. Карсты - участки с развитием колодцев, распространены на восточной части Супетау и на северо-западном участке Науката, имеют диаметром более 1,2 м. и глубину более 15 м.

Другим негативным явлением, связанным с функционированием водохранилища, является переработка его берегов. Воздействие волны на берег выражается в абразии подводного склона, приводящей к обрушению берегов и формированию отмели (рис. 5.3.3).



Рисунок 5.3.3. Пример интенсивной переработки берега водохранилища (северный борт) (Фото автора).

Ориентация чаши водохранилища вдоль основных горных структур создает направленность господствующих ветров, а служение впадины в районе водоема способствует развитию ветров значительной силы, которые благоприятствуют развитию береговых процессов.

Соответственно господствующими ветрами в районе водохранилища является северо-восточный и запад-юго-западные. В году преобладают ветры скоростью около 6-10 м/сек. Это способствует развитию значительных волнений в течение большего периода года.

Измеренные максимальные высоты волн по данным метеорологической службы Согдийской области достигали величины в 2,2 м. В целом же в продолжении всего времени наблюдений в районе водохранилища, с конца 1950-х гг., установлено, что в целом преобладают волны высотой 0,3-0,5 м.

Берегами водохранилища являются четвертичные аллювиальные и аллювиальные, пролювиальные суглинки, супеси, пески, местами со значительным содержанием гравия, гальки, а также более древние осадочные породы – нижнечетвертичные и третичные песчаники, аргиллиты, мергели. С сооружением водохранилища различные геоморфологические элементы речной долины в измененных условиях существования под действием новых факторов, в первую очередь ветрового волнения, теряют устойчивость и начинают переформировываться. Сущность береговых переформирований сводится к выработке формы берегового профиля, соответствующей состоянию определенного соотношения сил, взаимодействующих в процессе формирования берегового склона, выработке профиля динамического равновесия, отражавшее наиболее полное соответствие между строением подводного берегового склона и характером взаимодействующих на него сил.

Процессы береговых переформирований приводит к разрушению относительно крутых первоначальных береговых склонов и образованию пологих береговой отмели, состоящей из абразионной части, непосредственно примыкающей к берегу, и аккумулятивной части, расположенной со стороны водоема.

Наблюдения за скоростью отступления бровки берега, характером процессов берега обрушения производились систематически, с конца 1950-х г. Кайрак-кумской гидрогеологической партией на 6-ти стационарных береговых участках, расположенных в нижней, средней и верхней частях водохранилища с учетом особенностей геолого-геоморфологических условий и литологического состава пород, слагающих берега [77].

Значение изучения переработки берегов водохранилища заключается в определении параметров характеризующих переформирование береговой ли-

нии, объема разрушаемых пород, идущих на заиление водохранилища, и в оказании непосредственной помощи организациям, эксплуатирующим береговую зону водохранилища, а также проектным и строительным организациям, изучение особенностей процессов переработки берегов в условиях района водохранилища «Таджикское море».

Процессы переработки берегов характеризуется отлогими склонами, сложенными суглинками, супесями со включением гравия, галек.

При маловодье, когда в водохранилище уровень воды падает, на южном борту, в районе Канибадамского района образуются песчаные барханы, которые занимают до 20 км² территории.

Формирование берегового профиля происходило процессами абразии и аккумуляции (рис. 5.3.4). При затоплении в силу незначительных уклонов и малых глубин наблюдается слабый площадной размыв.



Рисунок 5.3.4. Развитие абразии на правом берегу водохранилища «Таджикское море» (Фото автора).

Местами образуется невысокий уступ до 0,5 м. Вымыванию подвергаются рыхлые, легко взмучиваемые пылеватые и песчаные частицы. Более крупные фракции не выносятся и образуют своего рода гравийно-галечную массу с тонким плащом, покрывающим берег.

Увлажнение песчаных грунтов способствует их оплыванию, пересекающее участок и имеющее глубину 3-5 м ниже отметки НПУ водохранилища, заполняются мелкообломочным материалом. В силу незначительных уклонов береговой отмели менее 10° гашение волновой энергии происходит до подхода волны к урезу. Такие берега имеют протяжённость около 37 км.

Для выявления характера процессов переработки берегов нами на основе анализа ранее (1950-е – 1960-е гг.) проведенных геологами Кайракумской ГГЭ работ в этом направлении, а также данных метеорологической службы Согдийской области и обработки результатов собственных исследований были установлены основные параметры этого процесса (табл. 5.3.1).

Таблица 5.3.1. -Параметры переформирование береговой линии водохранилища «Таджикское море» (переработка берегов)

Стационарные участки наблюдений, их место положение	Литологический состав пород и главные геодинамические процессы	Морфологический тип берега	Уклон надводного склона, ° '	Крутизна берегового уступа, ° '	Скорость абразии (аккумуляции) м ³ /пог.м
Участок №1 (Равадский), левый берег водохранилища, нижняя часть	Суглинки, супесь с включениями гравий, галек. Аккумуляция, абразия	Отмельный аккумуляционный	2°00'	-	1,2-1,3
Участок №2 (Джидалык), левый берег, нижняя часть	Лессовидные суглинки с линзами грубозернистых песков, гравий, галечника. Подмыв, обвалы, оплывание	Приглубинный абразионный	3°20'	76°20'	1,4-1,8
Участок №3 (Кучкак), левый берег,	Гумусированные суглинки.	Отмельный Абразионный	1°40'		1,2-1,3

средняя часть	Слабый площадной размыв				
Участок №4 (Махау-Тау) Левый берег, верховье водохранилища	Песчаники, аргиллиты, мергели, суглинки, пески. Размыв по трещинам, образование волн о прибойные ниши, обвалы, оплывание.	Отмельный, обрывистый Абразионный	1°40'	55°10'	0,9-1,0
Участок №5, правый берег, нижняя часть водохранилища	Песок разнo-зернистый с включением гравия, подстилаемый суглинками, глинами	Отмельный, абразионный	3°00'	-	0,2-0,4
Участок №6, правый берег, нижняя часть	Песчаники аргиллиты, мергели, пески, прикрытые лессовидными суглинками	Приглубинный, абразионный	16°40'	47°00'	0,2

Кратко рассмотрим наиболее типичные участки.

Участок №2 сложенный плотными лессовидными суглинками линзами грубозернистого песка с включением пропластов гравия, галечника, имеют крутизну 75-80°. За весь период эксплуатации водохранилища перемещение бровки берега произошло в среднем по участку протяженностью до 45 м.

Уклон формирующейся прибрежной отмели равны 2° и больше. Переработка происходит по абразионному типу путем подмыва, обвалов, осыпания пород. Пылеватые, глинистые частицы уносятся, более крупные фракции - песчаные, гравелистые покрывают и обнажаются при сработке водохранилища отмель. Ширина отмели 15-25 м. Берега на участке Джималык имеют протяжённость около 3 км.

Участок №3 Кучкак расположен на левом берегу водохранилища в его средней части, имеет длину 500 м, ширину до 150 м. Участок сложен гумусированными суглинками, глинами, корнями растений. Характерны пологие склоны. При затоплении водой в силу незначительных уклонов и глубин, размыв происходит лишь у поверхности тенденцией выравнивания отмели и не достигает значительных размеров. На линии уреза водохранилища обычно прослеживается намыв иловатых песков.

Участок №4 Махау-Тау находится в верховьях водохранилища, на левом берегу, имеет длину 500 м, ширину 240 м. Поверхность подводного склона пологая. Берег обрывистый, высота берегового уступа от 1,5 до 4 м. Участок сложен древнечетвертичными песчаными аргиллитами, мергелями, падающими под углом 40° - 70° к югу, покрытыми современными песчано-глинистыми отложениями. Формирование берегов этого участка происходит путем медленной врезки профиля в обрыв коренного берега. Песчано-глинистые грунты размываются быстрее песчаников, мергелей и аргиллитов, в результате чего полускальные породы в зоне переработки образуют террасовидный уступ. Характерно образование ниш при размыве слабоцементированных песчаников шириной 10 м, высотой до 2 м. Продвижение бровки берега происходит сравнительно медленно со скоростью 1,0-2,0 м/год.

Участок №5 правого берега водохранилища, в нижней его части имеет длину 520 м, ширину 140 м, представляет собой полого повышающийся в направлении обрамляющих водохранилище с севера горных сооружений вид. Сложен песками, пылеватыми песками. В зоне прибоя полосой 10-15 м по всему участку прослеживается грубозернистый песок с незначительным содержанием гравия до 10%.

Переработка идет в направлении выравнивания всей территории путем смыва песков и супесей бугров и подмыва берегового уступа. Берега с аналогичными условиями переработки прослеживаются на 38-40 км.

Участок №6, правого берега водохранилища, в 3,5 км выше плотины, имеет длину 750 м, ширину 50 м. Поверхность участка изрезана саями, волнистая,

круто понижается в сторону водоема, уклон надводного склона составляет около 17°. Берег уступа возвышается над урезом на 10-20 м. Участок сложен древне-четвертичными песчаниками, аргиллитами, мергелями, конгломератами и песками с углами падения 20-30°. Коренные породы перекрыты современными образованиями: лессовидными суглинками и песками.

Формирование профиля происходит по абразионному типу. Основными геодинамическими процессами являются размыв по трещинам, обвалы глыб и блоков значительной величины. Ниши высотой до 2 м и шириной 1-2 м образуются при различном положении уровня водохранилища в слабо цементированных песчаниках. Углубление в коренной берег достигает 5-10 м. На участке хорошо наблюдается избирательный характер переработки рыхлых покровных отложений. Коренные слабоцементированные песчаники размываются значительно быстрее, чем более крепкие разности пород - мергелей, аргиллиты. В результате этого при понижении уровня обнажается террасовый уступ в виде узкого пляжа-абразионной террасы, представляющая собой нагромождение глыб в виде каменной отмотки. Продвижение бровки берега неравномерное, зависит от состава пород и в среднем составляет около 7 м/год.

5.4. Антропогенно-нарушенные ландшафты района водохранилища «Таджикское море»

Инженерно-хозяйственная деятельность человека вызывает изменение (нарушение) геосистемы. В зависимости от степени, масштабов и продолжительности такого влияния геосистемы могут претерпевать различные уровни нарушения. По выражению Марцинкевич Г.И. "...антропогенное воздействие приводит к формированию нового типа геосистем – природно-антропогенных и техногенных (геотехнических)» [99, с.5].

В районе водохранилища «Таджикское море» в результате инженерно-хозяйственной деятельности происходит нарушение ландшафтов – составного и вместе с этим и уязвимого элемента геосистем [12, 20].

К наиболее уязвимым компонентам геосистем относятся ландшафты [63, 65]. В связи с резким и интенсивным ростом инженерно-хозяйственного освоения территорий в XX веке антропогенным ландшафтам начали придавать особое внимание. Так, в советской (в основном белорусской) школе ландшафтоведения было основано новое направление - антропогенное ландшафтоведение [106], которое классифицировало ландшафты в зависимости от степени и глубины инженерно-хозяйственной трансформации на техногенные и природно-антропогенные.

Техногенные ландшафты от природно-антропогенных отличались тем, что они формируются под инженерно-хозяйственной деятельности и не имеют природных аналогов. В них преобразования глубокие, иногда даже могут быть и необратимые.

Таким образом, природно-антропогенные ландшафты есть результат целенаправленного использования существующих ландшафтов для инженерно-хозяйственных целей. Изменения, происходящие в них, являются обратимыми. Другими словами, ПАЛ образуются при целевом использовании ресурсов природного ландшафта, например, при сельскохозяйственной, рекреационной или другом виде инженерно-хозяйственной деятельности. Они вызывают трансформацию природного комплекса.

Нормальное функционирование ландшафтов обеспечивается в основном биотой, при изменении которой нарушается устойчивость ландшафта и его деградация.

В районе водохранилища «Таджикское море» техногенные ландшафты представлены самым водохранилищем и искусственно созданными вокруг него ландшафтами. Глубоких, необратимых, изменений ландшафтов в широком масштабе в районе водохранилища «Таджикское море» не наблюдаются, поэтому нами дается предпочтение природно-антропогенным ландшафтам, в формировании которых роль антропогенной составляющей не велика, а природная, естественная натура остались в целом сохраненными.

По Милькову Ф.Н. [105] основным принципом исследования ПАЛ является принцип природно-антропогенной совместимости. Другими принципами являются принципы зональности и провинциальности. Практически все ПАЛ подчиняются закону широтной зональности и изменяет свой тип в зависимости от характера ландшафтной зоны [106, 132, 175, 186 и др.].

Классификация нарушенных ландшафтов представляется сложной задачей и поэтому всегда является предметом дискуссий. Например, А.Г.Исаченко [74, с.212] в зависимости от степени хозяйственного воздействия выделяла 3 группы:

1. Ландшафты измененные. К ним относятся ландшафты, которые под хозяйственной деятельности слабо изменялись, однако естественные связи остались ненарушенными;

2. Ландшафты условно неизменные, т.е, не подвергтвшихся непосредственному хозяйственному использованию.

3. Ландшафты, нарушенные при инженерно- хозяйственной деятельности.

А Мильков Ф.Н. предлагал наиболее подробную классификацию антропогенных ландшафтов по серии различных признаков (табл. 5.4.1).

Таблица 5.4.1. - Классификация антропогенных ландшафтов (по [173] и Милькову Ф.Н.[106])

Классификационный признак	Виды ландшафта
1. По содержанию	Сельскохозяйственные, промышленные, водные, лесные, селитебные, дорожные.
2. По генезису	Техногенные, пашенные, пирогенные, пастбищно-дигрессионные, рекреационно- дигрессионные
3. По глубине воздействия на природу	Антропогенные неоландшафты --заново созданные человеком комплексы (пруд, курган, карьер), измененные антропогенные ландшафты
4. По целенаправленности возникновения	- прямые антропогенные ландшафты, возникающие в результате целенаправленной хозяйственной деятельности (пруды, водохранилища); - сопутствующие антропогенные ландшафты, появляющиеся в результате природных процессов, активизи-

	рованных или вызванных к жизни хозяйственной деятельностью человека (овраги, болото в зоне подтопления водохранилища).
5. По хозяйственной ценности	- культурные, или конструктивные: постоянно регулируемые, поддерживаемые в оптимальном состоянии человеком (полезащитные растительные полосы, сады); - акультурные – антропогенный бедленд (нарушенные земли), бросовые земли.

Хотя эта классификация широко пользуется, например, в российской практике, однако применительно к условиям Таджикистана она практически не приемлема (за исключением части видов 4 и 5). Но, одновременно с этим Мильков Ф.Н. выделяет классы и подклассы антропогенных ландшафтов, что имеет большее прикладное значение нежели предыдущая его классификация (табл. 5.4.2).

Таблица 5.4.2. - Классификация антропогенных ландшафтов по направлению хозяйственной деятельности (по Милькову Ф.Н. [106])

Классы	Подклассы
Сельскохозяйственные	Полевой Лугово-пастбищный
Промышленные	Карьерно-отвалный Рекультивированный

На территории природных ландшафтов могут функционировать различные технические сооружения, которые вступает в сложное взаимодействие со средой, вызывая различные нарушения. В результате образуются единые, но сложные системы, включающие природные и техногенные компоненты. Изучению таких систем представляет собой сложную задачу.

Природно-антропогенные ландшафты района нами по определенным признакам и критериям группируются в классы, подклассы и роды. Важным моментом при этом является учет конкретного природного ландшафта, в среде которой

происходит инженерно-хозяйственная деятельность. Поэтому в классификации ПАЛ района водохранилища «Таджикское море» эта особенность должна быть учтена, и соответственно, могут быть выделены, например, сельскохозяйственные, холмисто-озерные, долинные урбанизированные, рекреационные, природоохранные и др. антропогенные ландшафты (табл. 5.4.3).

Таблица 5.4.3. - Классификационные признаки ПАЛ (применительно к району водохранилища «Таджикское море»)

Таксоны	Признак	Вид	Примеры
Класс	направленность инженерно-хозяйственной деятельности	природно-антропогенные	сельскохозяйственные, рекреационные, природоохранные и др.
Подкласс	количественные соотношения земельных угодий в общей их структуре	водно-хозяйственно-нарушенные, сельскохозяйственно-нарушенные, долинно-урбанизированные, рекреационные и др.	пахотные, сенокосные, лугово-болотные, сенокосно-пастбищные и др.
Род	вид инженерно-хозяйственной деятельности	холмисто-озерно-зарослевые, террасо-равнинные кустарниковые, пойменно-болотный тугайные и др.	аллювиальные террасированные и др.

Центральным элементом антропогенной трансформации исследуемого района является водохранилище «Таджикское море», которое будучи крупнейшим инженерным сооружением региона, вызывает масштабное нарушение геоэкологических условий.

Другими видами инженерно-хозяйственной деятельности в районе водохранилища являются земледелие и животноводство, а в ООПТ – осуществление режимов охраны заповедников и заказников, в рекреационных зонах – подготовка условий для отдыха и сохранение различных видов природопользования.

По Б Кочурову.И. геоэкология есть наука на стыке географии и экологии и изучает пространственно-временные особенности взаимодействия общества и природы [83].

Кочуровым Б.И. разработана методика геоэкологической оценки территории, особенно в связи с инженерно-хозяйственной трансформацией среды, разработана их классификация по степени напряженности нарушения [83].

Витченко А.Н. для оценки геоэкологических условий территории вводит понятие “геоэкологическая напряженность”, которое характеризует территорию, где инженерно-хозяйственная деятельность вызывает негативные изменения в состоянии среды. В отличие от территорий чрезвычайной геоэкологической ситуации и геоэкологического бедствия, где необходимо проведение чрезвычайных мер, в зонах геоэкологической напряженности “требуется проведение предупредительно-профилактических мероприятий” [40, с.44].

При возникновении геоэкологических проблем ухудшаются условия жизнедеятельности, что диктует необходимость выделения зон нарушений окружающей среды. Нет сомнения, что при негативном воздействии водохранилища на геологическую среду, геоэкологические условия нарушаются [11, 12. 62, 68, 82, 145 и др.].

Из-за напряженной геоэкологической обстановки, результате хозяйственной деятельности начинаются негативные изменения в состоянии окружающей среды и требуется проведение предупредительно-профилактических мероприятий.

Тогда задачами оценки геоэкологических ситуаций будут следующее:

- определение степени деградации разных геосистем,
- выявление степени приближения к порогу необратимых изменений,
- установление районов, требующие стабилизации ситуации,
- выделение районов относительно нормальных, фоновых геоэкологических ситуаций для сравнения в региональных и глобальных масштабах [17].

Хотя в этом направлении в геоэкологической науке проделана большая работа, опубликована многочисленная литература, разработаны нормативные документы [102, 103, 173, 176 и др.], однако, как отмечают исследователи, нет единого комплекса показателей, критериев геоэкологической оценки территорий.

Важно подчеркнуть, что единого интегрального показателя состояния (или оценки) геосистем пока не разработано, однако число наиболее репрезентативных показателей может быть сведено к оптимальному минимуму. Следовательно, оценка геоэкологического состояния территории может состоять из интегральной морфологической оценки состояния геосистемы с расшифровкой ее через характеристику состояния отдельных компонентов окружающей среды [11, 12, 38]. Только так можно оценить современное состояние геосистемы, а также и причины этого состояния с учетом влияния техногенеза.

Поэтому с учетом вышесказанного, оценка геоэкологических условий состояний конкретной территории должна проводиться исходя из ее региональных природно-геоэкологических особенностей. На основе учета этой методологической тонкости, нами предлагаются следующие критерии районирования района водохранилища по степени нарушения геоэкологических условий (табл. 5.4.4).

В качестве индикаторов изменения климата в районе работ выступают такие признаки как общее повышение температуры воздуха, сокращение снеготолщин и деградация оледенения на юге, в районе Туркестанского хребта и на севере, на Кураминском хребте, рост испарения в равнинной и предгорной зонах. Зависимо от этих явлений происходят и увеличение жаркого и сухого периода в году, повторяемости засух, и повышение уровня проявления опасных природных явлений [1, 24, 86, 92, 98, 116 и др.].

Таблица 5.4.4. - Критерии районирования района водохранилища «Таджикское море» по степени нарушения геоэкологических условий

Зона/класс	Степень продуктивности и устойчивости геосистем	Степень деградации	ПДК	Площадь деградация	Общая характеристика/состояние
Зона геоэкологической нормы	Стабильный	Низкая	Ниже ПДК или фоновые	менее 5 %	Удовлетворительного
Зона геоэкологического риска	Заметное снижение продуктивности и устойчивости	Средняя	Незначительно превышающее ПДК или фон	5–20% площади	Условно удовлетворительное
Зона геоэкологического кризиса или чрезвычайной геоэкологической ситуации	Сильное снижение продуктивности и потерей устойчивости	Высокая	Значительно превышающие ПДК	20–50 %	Чрезвычайное
Зона геоэкологического бедствия – катастрофы или класс катастрофического состояния окружающей среды	Полная потеря продуктивности, коренные, необратимые нарушения геосистем	Чрезмерно высокая	Многokратно превышающие ПДК или фон	более 50 %	Кризисное

Отмечается, что к 2050 году возможно сокращение водных ресурсов по бассейну реки Амударьи на 10 -15%, а по бассейну реки Сырдарьи возможно сокращение на 2-5% [112, 116].

Например, ГОСТ 17.8.1.02-88 для рационального использования и охраны ландшафтов устанавливает их классификацию по двум признакам (сочетаниям) их формирования [175]:

1. сочетание антропогенных и природных факторов.

2. антропогенные факторы формирования на основе социально-экономической их функции.

Нами по результатам изучения ландшафтов района ВТМ на основе требований ГОСТ 17.8.1.02-88 производится следующая классификация ландшафтов (табл. 5.4.5).

Таблица 5.4.5. - Классификация ландшафтов района водохранилища «Таджикское море» по совокупности природных и антропогенных факторов формирования

Деление ландшафтов по природным факторам	Деление ландшафтов по антропогенным факторам и их площадная доля, %						
	сельскохозяйственные	лесохозяйственные	водохозяйственные	промышленные	ландшафты поселений (селитебные)	рекреационные	другие
Равнинные	12,9	2,0	63,2	2,4	11,7	7,3	0,5

Интенсивное антропогенно-техногенное воздействие, например, регулирование стока с помощью водохранилищ [11, 12, 38, 42 и др.] изменяет ландшафт, влияет на гидрологический режим реки, в т.ч. и в нижнем бьефе гидроузлов. При этом это воздействие проявляется на протяжении нескольких километров (рис. 5.4.1).

Нарушение, т.е. изменение геоэкологических условий района, происходит относительно главного объекта – водохранилища, примерно концентрически и, соответственно, этому нами в результате комплексного изучения района водохранилища «Таджикское море» выделяются три пояса влияния (рис.5.4.1.)

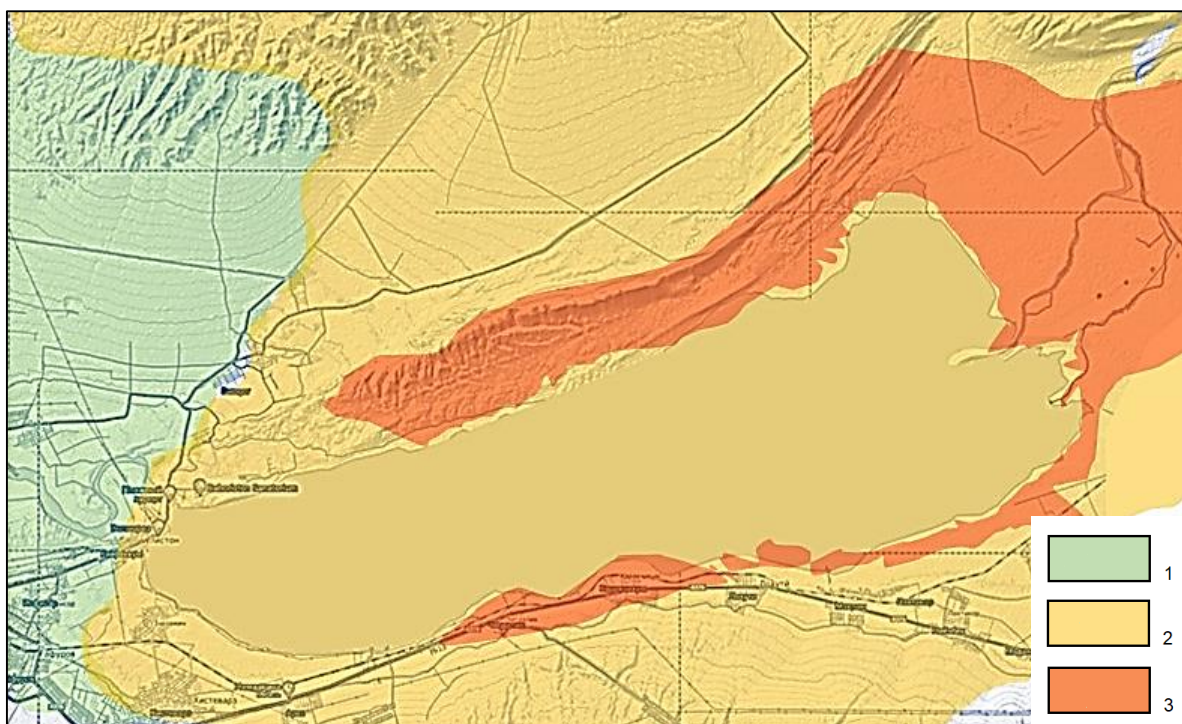


Рисунок 5.4.1. Оценка района водохранилища «Таджикское море» по степени геозкологического нарушения.

1. Пояс непосредственного воздействия гидрологических, гидрогеологических и климатических факторов шириной от 0,3 до 1,5 км, куда входят зоны временных затоплений, повышения уровня грунтовых вод, переформирования берегов. Существенные изменения природных условий происходили здесь в первые годы работы водохранилища.

2. Пояс систематического активного влияния шириной от 1,5 до 10–12 км. Здесь выявлены изменения в почвенном и растительном покровах.

3. Пояс ослабленного эпизодического и фрагментарного влияния (до 40-50 км).

Необходимо подчеркнуть, что значительные изменения геозкологических условий района водохранилища происходят наиболее масштабно и поэтому заметно в прибрежной, узкой полосе шириной до 1–1,5 км.

Общую картину влияния водохранилища на геологическую среду можно свести в виде таблицы (табл. 5.4.6).

Таблица 5.4.6. - Формы негативного влияния процессов строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений на геологическую среду Таджикистана (по Валиеву Ш.Ф. и др. [32, 35, 36] с дополнениями автора)

Область влияния	Фактор влияния	Область или форма проявления	Отрицательные последствия
Сток	Искусственные преграды	Гидрологический режим	Изменения гидрологического режима и режима наносов,
		Русловый режим	Колебания уровней воды в водохранилище и в нижнем бьефе; Увеличение межженных расходов воды в нижнем бьефе; Трансформация русла реки в нижнем бьефе.
		Гидрохимический режим	Изменение качества воды в бьефах
Климат	Высокая влажность, ее аккумуляция	Погода акватории водохранилища	Изменение погоды
		Атмосферный воздух	Изменение состава воздуха.
Геологические условия	Искусственные элементы	Гидрогеология	Изменение, смещение водоносных горизонтов, появление новых водоносных комплексов
		Инженерная геология (современные геодинамические процессы)	Аккумуляция наносов и загрязнений в водохранилище; Переработка берегов водохранилища; Активизация процессов оползне- и оврагообразования; появления наведенной сейсмичности.

Трансформация геоэкологических условий района водохранилища четко выражается, например, в режиме и динамике подземных вод. Известно, что режим грунтовых вод района, как было показано в главе 1, определяется такими факторами как, геолого-геоморфологическими, почвенными, климатическими, биогенными, ирригационными и др., которые изменяются, как стало ясным по вышеприведенным материалам, при функционировании водохранилища «Таджикское море» (гидрологический фактор). Влияние каждого из этих факторов на отдельных участках района различно. Поэтому в районе исследований нами выделяются два главных типа режима грунтовых вод - инфильтрационно–испарительный и инфильтрационно–стоковый.

Наибольшее распространение в районе, конкретно в пределах левобережья имеет инфильтрационно-испарительный тип режима, который охватывает широкую полосу, сложенную песчано-галечниковыми и супесчано-суглинистыми отложениями четвертичной системы. При этом уровень грунтовых вод из-за высоких норм полива непрерывно возрастает и поэтому здесь нами выделяются два самостоятельных подтипа: ирригационный и гидрологический.

Ирригационный подтип режима определяется инфильтрацией оросительных вод и испарением. В январе-феврале, когда производится промывка почв и предпосевные поливы, повышается интенсивность водоподачи и увеличиваются атмосферные осадки, что приводит к подъему уровня грунтовых вод. Повышение уровня объясняется также и инфильтрацией атмосферных осадков.

Но, в весенно-летний период (май-июнь), когда увеличивается водоподача за счет интенсивного испарения и транспирации, происходит снижение уровня грунтовых вод. Особенно следует отметить, что снижение уровня подземных вод определяется интенсивностью испарения, которая полностью определяется глубиной зеркала горизонта вод.

Спад уровня на 0,5-1,0 м объясняется влиянием дренажной сети, которая в ирригационном режиме выравнивает колебания уровня подземных вод.

Гидрологический подтип состоит изформируется под влиянием работы водохранилища «Таджикское море», в полосе шириной 1,5-2 км, а в районе впадины Хашим-Куль влияние водоема сказывается на 5-7 км вглубь в указанной зоне на 0,2-3,5м. Зеркала грунтовых вод лежат на глубине 0,1-1,0 м, а динамика уровня, т.е. его колебания, находится в зависимости от рабочего уровня водохранилища [110].

Установлено, что зона влияния водохранилища в реальности несколько шире зоны подъема уровня в подземных вод. Дело в том, что, водохранилище способствует повышению уровня грунтовых вод, но из-за испарения резкого подъема уровня подземных вод не происходит.

Подъем уровня под влиянием работы водохранилища происходит на площади около 7 тыс. га, которая его окружает. Влияние подъема уровня на мелиоративное состояние почво-грунтов левобережной зоны изучается институтом почвоведения рассматриваемого участка-0,5-3,5м. Вместе с этим возрастает местами и минерализация - содержания хлористого натрия, в зоне влияния водохранилища в зоне неглубокого их залегания, когда подземный сток ограничен. А в других случаях подъем уровня не приводит к повышению минерализации, что связано с интенсивным водообменном и благоприятными условиями выноса солей, большой глубиной их залегания [29].

Инфильтрационно-стоковый тип режима подземных вод выделяется в полосе шириной от 1 до 3-5 км вдоль Большого Ферганского канала, в восточной части Исписарского участка, периферических частях конусов выноса р.Исфара и р.Ходжа-Бакирган, где грунтовые воды приурочены к современным гравийно-галечниковым отложениям с коэффициентом фильтрации 20-25 м/сутки. Глубина зеркала подземных вод в пределах полосы составляет 5-10 м и уменьшается в направлении к водохранилищу до 1-2 м.

В пределах конусов выноса подземных сток получает питание за счет инфильтрации поверхностных вод и отчасти атмосферных осадков [64].

Другой особенностью инфильтрационно-стокового типа режима является большая роль подземного стока в расходной части баланса грунтовых вод. Этот

тип режима характеризуется максимальным положением уровня в период сентябрь-октябрь на р.Исфара и р.Ходжа-Бакирган. С приближением к осевой части впадины и уменьшения глубины залегания грунтовых вод увеличивается роль инфильтрации поливных вод в балансе грунтовых вод, что выражается в образовании двух пиков-максимумов: весеннего, в марте-апреле и осеннего в ноябре-декабре месяцах. Минимальный уровень грунтовых вод наблюдаются в мае-июне, а при неглубоком залегании - в августе-сентябре, амплитуда колебания уровня при этом составляет 2-2,5 м, а при неглубоком залегании зеркала горизонта - 0,5-1,5 м амплитуда колебания уровня равна менее 0,5-1,0 м.

На участках развития инфильтрационно-стокового режима, расположенных вблизи Большого Ферганского канала, иногда наблюдается прогрессирующий подъем уровня грунтовых вод. Подъем уровня подземных вод отмечен также к северу-северо-востоку, в 5-8 км от г.Канибадама, на площади около 1500 га. Причиной подъема уровня является освоение новых орошаемых земель увеличение поливных норм за последние годы на 30%-40% [133, 165].

В пределах Исписарского участка подъем грунтовых вод на 0,2-1,0 произошло в полосе примыкающей к Большому Ферганскому каналу, шириной 1-5км, на площади около 2000га.

В целом, за время, прошедшее после наполнения водохранилища «Таджикское море» существенных, переломных изменений в минерализации и химическом составе подземных вод не произошло. Приведенные выше примеры увеличения минерализации имеет локальный или иногда сезонный характер.

Исследователи едины в том, что ввод водохранилища «Таджикское море» в эксплуатацию отрицательно повлияло на гидрогеологические условия - повысился уровень грунтовых вод, что привело к ухудшению мелиоративного состояния земель левобережья реки Сырдарья [164, 165].

Дренажная сеть, построенная еще в 60-е годы прошлого века, имеет недостаточные производственные параметры – глубину всего от 1,8 до 2,4 м, и поэтому ее производительность небольшая - всего 0,3 л/(га), что намного меньше объема общего сброса - 0,6-0,9 л/(га) в разные по водности годы. Кроме того, эта

сеть в результате длительной, более полувековой эксплуатации, не выполняет свои функции полноценно, что является причиной дополнительного нарушения режима грунтовых вод.

Одной из тревожных проблем района водохранилища, связанных с изменением климата, является зарастание, площадь которой по разным оценкам колеблется от 160 до 210 кв. км. К 2016 г. площадь зарастания водохранилища «Таджикское море» в связи с заилением водоема по экспертным оценкам возросла до 187 км² [109].

На водохранилище «Таджикское море» зарастание происходит поэтапно. Растительные комплексы представлены широким спектром флоры, среди которой преобладают луговые растения, рогоз Лаксмана, озерный камыш и обыкновенные тростники [19, 22, 28, 76 и др.]. Массовое зарастание этих растительных комплексов происходило в период 1980-1988 гг. и 1992-1996 гг., совпадая с периодами повышения температуры. Площадь зарастания водохранилища в настоящее время составляет около 140 кв км (табл. 5.4.7). Оно зависит кроме всего прочего и от масштаба заиления [187, 191].

Таблица 5.4.7. - Масштабы зарастания водохранилища «Таджикское море»

Площадь зарастания, км ²	% от площади водохранилища	Количество видов макрофитов
140	30,8	15

С ростом интенсивности и масштабов зарастания существует риск эвапотранспирация водоема, что может серьезно угрожать эффективности функционирования водохранилища.

В водохранилище происходит постоянное и постепенное зарастание и заиливание. В верхней её части наносы составили уже на уровне 400 млн м³, а свыше 30 % водохранилища представляют заросшую площадь [186].

После затопления высшие наземные растения района вымерли, только в осушной зоне остался тростник обыкновенный. Уже в 1966 г., т.е. в первые годы

эксплуатации водохранилища, было отмечено 15 видов макрофитов, которые при повышении интенсивности заиления превысили 20% акватории водохранилища. Верховья водохранилища заросли тростником. Макрофиты массово размножаются в летнее время, площадь зарослей, затопленных водой, составляет не более 10% [22].

5.5. Гидрохимические нарушения

Район водохранилища «Таджикское море» приурочен к зоне влияния водосборных областей Кыргызстана и Узбекистана, занимая наинизшую, базисную ее часть (рис. 5.5.1). В связи с этим любые геоэкологические нарушения, приходящие в верховьях бассейна р.Сырдарьи, отразятся в составе (гидрохимии) вод водохранилища.

Известно, что сток, поступающий в водохранилище «Таджикское море», формируется на территории Кыргызстана и Узбекистана, определяющую роль при этом играют участки верховодья, расположенных в пределах Кыргызстана. Эти участки вызывают наиболее заметное нарушение геоэкологических условий, которое в отечественной геоэкологической науке практически не освещается.

В Кыргызстане размещены 72 объекта складирования радиоактивных отходов в виде хвостохранилищ и отвалов. Радиоактивные отходы имеют 130 млн. м³ объема и занимают свыше 650 гектаров земли. 35 радиоактивных хвостохранилищ имеют объем 48 млн.м³ и 35 отвалов с низким содержанием урановых руд с объемом свчше 83 млн.м³ представляют большую опасность для этой республики [Айтматов др., 1997; Акматов, 2002; Усупаев и др., 2006; Чодураев, Акматов, 2016; Иманбердиева и др., 2019 и др.]. Это «наследие» связано с интенсивной горнопромышленной деятельностью советского периода.



Рисунок 5.5.1. Водохранилище «Таджикское море» в бассейне реки Сырдарьи.

Следует отметить, что на территории Кыргызстана большинство хвостохранилищ горнопромышленных предприятий находятся в контурах населенных пунктов, речных бассейнов и русел.

После развала СССР существующий технический надзор прекратил свои функции и эти опасные объекты практически остались без контроля и мониторинга, на многих участках хвостохранилищ местное население ведет строительство вызывая обширное антропогенное нарушение [71, с.31].

Если учесть, что территории размещения хвостохранилищ соседнего государства относятся к зонам высокой сейсмической активности и проявления опасных метеорологических и геодинамических процессов (паводков, наводнений, селей, оползней, подтоплений и др.), то становится ясным реальная угроза химического заражения вод р.Сырдарьи.

Определение естественных радиоактивных элементов в почвах прилегающей территории хвостохранилища соседнего государства показал, что содержания ^{238}U и ^{226}Ra резко повышены – соответственно до 428,7 Бк/кг и 988,6 Бк/кг а высокое содержание ^{40}K достигает 536 Бк/кг [71].

По мнению кыргызских ученых на миграцию естественных радионуклидов влияют состав и физико-химические свойства почв, далее из-за складирования отходов происходит деградация почвенного покрова и уничтожение растительности.

Непосредственно в верховьях р.Сырдарьи, на территории соседнего государства, в руслах ее притоков рек Нарын, Майлисуу и др. находятся 14 законсервированных и действующих горнопромышленных предприятий из общего количества опасных горнопромышленных объектов (рис. 5.5.2). При этом объем твердых отходов, связанных с ними, превышает 550 млн куб м.

По признанию кыргызских геологов и экологов радиоактивные и токсичные хвостохранилища и отвалы горных пород, расположенные по бассейну реки Сырдарьи, могут представлять реальную угрозу для низовья [13, 14, 15, 18, 158 и др.].

С соседней территории, на северо-востоке, где находится ряд могильников с радиоактивными отходами, в водохранилище «Таджикское море» поступает вода, содержащая высокие концентрации урана.

Так, еще в 1959 г. Кайраккумской ГГП была выявлено что радиоактивность (содержание урана в воде) составляет $1,1 \cdot 10^{-5}$ - $2,4 \cdot 10^{-5}$ г/л, что является фоновой.

Новые данные, полученные учеными–гидрохимиками НАНТ в 2020 г., показали, что содержание урана в водах водохранилища находится на уровне $2,2 \cdot 10^{-5}$ - $5,7 \cdot 10^{-5}$ г/л, что указывает на повышение концентрации [166]. Это связано, по всей вероятности, с поступающей с территории Кыргызстана загрязненными подземными (и поверхностными) водами.

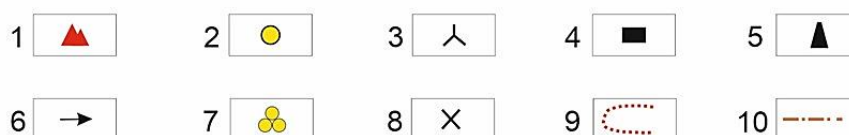
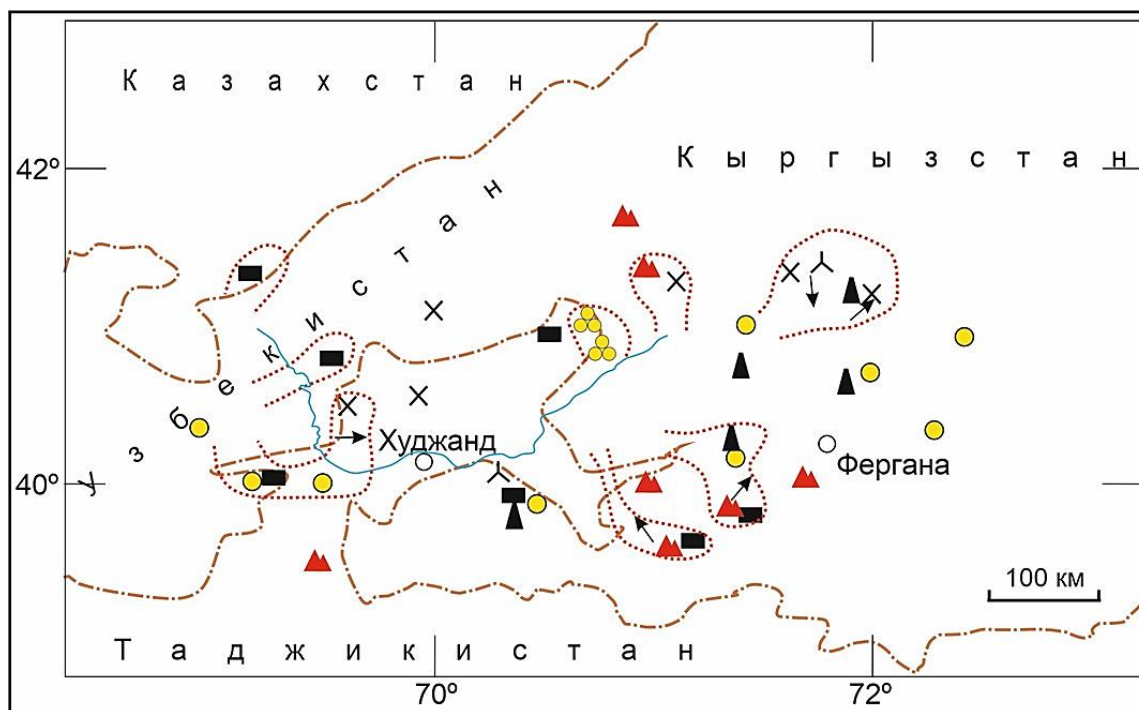


Рисунок 5.5.2. Места скопления радиоактивных отходов и очаги трансграничного загрязнения в Ферганской долине

Свалки отходов, содержащиеся ненадлежащим образом: 1- хвостохранилища и отвалы горнодобывающих предприятий; 2- муниципальные отходы; 3- пестициды и опасные химические вещества; Отходы загрязняющих отраслей промышленности: 4- металлургическая промышленность; 5- добыча нефти и углей; 6- места утечки и зарегистрированных промышленных аварий; Места переработки и хранения радиоактивных материалов: 7- урановые хвостохранилища и места переработки радиоактивных материалов; 8- закрытый урановый рудник; Радиоактивные отходы и очаги: 9- государственные границы; 10- трансграничный риск загрязнения почвы, воздуха и воды.

Выше по течению реки на территории Кыргызстана находится урановая провинция Майлусуу со своими хвостохранилищами [15] и рудники Таш-Кумур,

Кызылджар, Шекафтар, а на территории Узбекистана - рудники Югурай и Чаркесар. Кроме того, по левому борту Сырдарьи на территории Кыргызстана расположены Хайдарканский (ртутный) и Кадамжайский (сурьмяный) горно-металлургические комбинаты (рис.5.5.3).

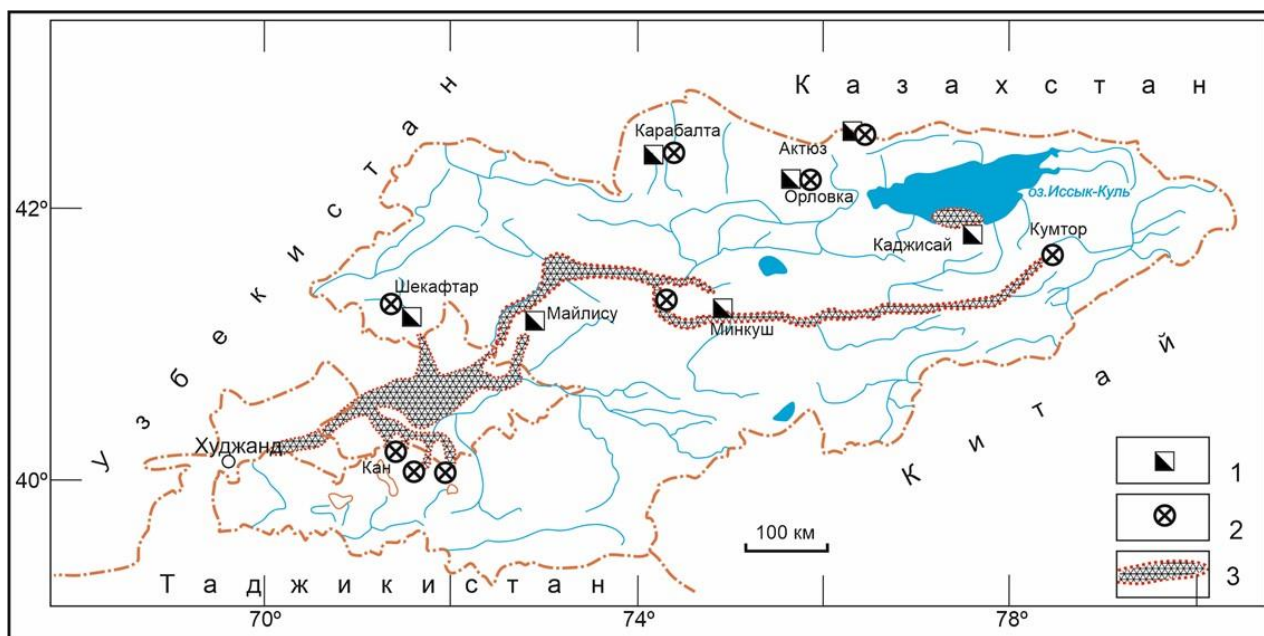


Рисунок 5.5.3. Схема размещения объектов захоронения радиоактивных и токсичных отходов в верховьях водохранилища «Таджикское море».

1 - захоронение радиоактивных отходов, 2 - захоронение токсичных отходов, 3- ареалы распространения отходов.

Проблемы радиохимического заражения водохранилища недавно были изучены Абдушукуровым Д.А., который установил повышенные содержания урана и тория в почвах, соответственно на южном и северном бортах водохранилища «Таджикское море», а также таких вредных элементов как селен и мышьяк. По его мнению, высокая концентрация тория в почвах вызвана техногенной аварией на урановом хвостохранилище Майлы-суу. Кроме того, он считает, что из-за низкой извлекаемости урана из руд, высокие его содержания путем растворения в воде могли бы поступить в водохранилище «Таджикское море», а торий – как труднорастворимый в воде элемент, поступил с глинистыми наносами [6, 7]. Он

полагает, что в донных образцах водохранилища содержания кальция, хрома, железа, германия, мышьяка, брома, стронция и церия могут быть привнесены из верховий реки Сырдарья.

Кроме названных элементов, в бассейн р.Сырдарья верхних, соседних территорий, поступили иттрий, мышьяк, рубидий, селен, стронций, цирконий. А содержание скандия в донных осадках и почвах превышает норму в 200 раз, селена - в 100 раз, кобальта почти в 50 раз, скандия в 30 раз, а брома в 14 раз. При этом содержание марганца, железа, хрома, титана, никеля, меди, церия и тория в донных отложениях и почвах занижены.

С другой стороны, надо иметь в виду, что чаша водохранилища находится в 4-5 км от Чкаловского горнорудного комбината, выпускающего ранее окиси-закиси урана [8]. Кроме того, полигон токсичных отходов с площадью 1,4 га, расположенный в 7 км юго-восточнее г. Канибадам и действующего с 1973 по 1989 гг., содержит по ориентировочным оценкам свыше 4 тыс. т ядохимикатов, захороненные без соблюдения элементарных нормативных требований [153, 174]. Полигон, находящийся всего в 270 м. от густонаселенного города Канибадам, может в любое время порваться и представляет большую опасность ядохимического заражения водохранилище «Таджикское море».

Следует учесть, что в верхней части водохранилища «Таджикское море» происходит скопление пестицидов (около 1 млн. м³), обнаруженное в анализах воды [110, 124, 156]. Пестициды поступают в восточную часть водохранилища, с сельскохозяйственных угодий соседних стран.

Как было отмечено выше, р. Сырдарья в нижнем бьефе имеет ближе к стандартному гидрохимические особенности (табл. 5.5.1).

Как видно из табл. 5.5.1, химический состав вод реки не превышает общепринятые нормы. Таким образом, по результатам анализа ранее проведенных работ и нашим обобщениям, можно заключить, что водохранилище «Таджикское море» является своеобразным фильтром в среднем течении р. Сырдарья. Механизмом такого процесса является осаждение (и привнос) вышеперечисленных элементов глинистыми наносами (илом) на дне водохранилища.

Таблица 5.5.1. - Некоторые гидрохимические показатели вод реки Сырдарья (в створе г.Худжанда)

Показатель	Значения
рН	7,2
Прозрачность, см	8
Хлориды	38
Сульфаты	55
Нитраты	4,4
Фенолы	0,002
Железо общ.	0,3
Фосфаты	0,4

Как было отмечено выше, эксплуатация водохранилища «Таджикское море» отрицательно повлияла на гидрогеологические условия района, служила причиной повышения уровня подземных вод, особенно проявилась на левобережье реки. А коллекторно-дренажная сеть не могла удерживать подъема уровня грунтовых вод.

В годы осушения территории ложа водохранилища (1961–1970 гг.) минерализация грунтовых вод составляла 20...25 г/л, после завершения мелиоративных работ (1971–1980 гг.) снизилась до 5...10 г/л и в период 1990–2000 гг. (рис. 5.5.4) стабилизировалась на уровне 3...5 г/л [164].

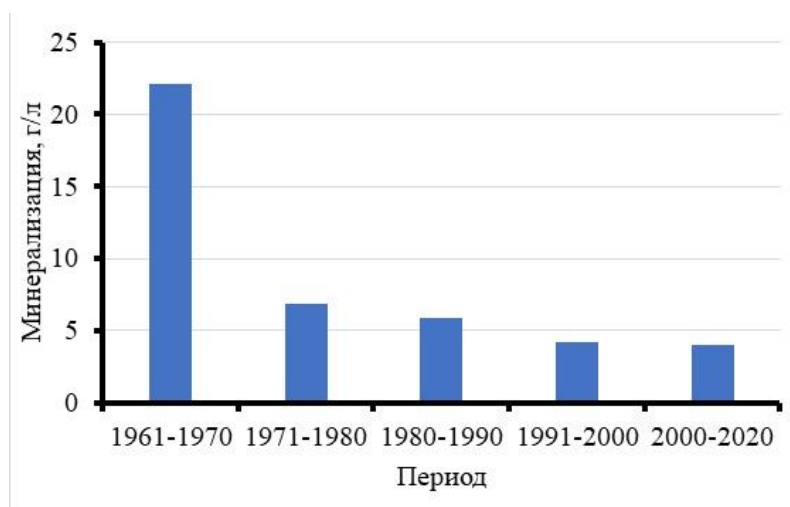


Рисунок 5.5.4. Изменение минерализации грунтовых вод района водохранилища «Таджикское море» в период 1961-2020 гг.

В таджикостанской части бассейна реки Сырдарьи построены еще 2 водохранилища – Даганайское и Катасайское, имеющие соответственно, 15 млн куб.м и 55 млн куб.м объема.

Выводы по главе 5

1. Изменение климата является одной из глобальных проблем современного мира, а его влияние на режим и безопасность функционирования водохранилищ, особенно в условиях горных стран, каким является Таджикистан, имеет тенденцию возрастания. Разработанные ранее сценарии по изменению климата применительно к району ВТМ в настоящее время не нашли своего подтверждения и отличаются друг от друга. на водохранилище «Таджикское море» уменьшение среднемесячной температуры воздуха (или охлаждающий эффект) отмечается на расстоянии до 40-50 км от берега и в максимуме (0,1-1,4°С) проявляется с мая по сентябрь. Отопляющий эффект незначителен (0,1-0,3°С) и отмечен в начале ноября – конце марта. Изменяется микроклимата происходит из-за повышения влажности воздуха и изменения ветрового режима

2. Заиление дна является одной из основных проблем, но в водохранилище «Таджикское море» ощущается не так остро, но учитывая его небольшую глубину, заилению дается пристальное внимание. Нарушения на долинном водохранилище «Таджикское море» отличаются от такого типичного горного - Ну-рекского водохранилища. Заиление определяется природно-географическими, геологическими и морфометрическими особенностями района водохранилища, рельефом бортов, эрозией, площадным смывом, а также параметрами водохранилища (глубина, материал дна, откосы берегов). Заиление, наиболее сильно проявленное на начальной стадии эксплуатации, убыло после строительства Токтогульской и Андижанской плотин в верховьях р.Сырдарьи. Относительно объема заиления существуют разные оценки. Оно находится в пределах допустимых норм, его темп считается как фиксированный и стабилизированный.

3. Испарение с акватории водохранилища из-за сложности проблемы, трудности подбора параметров, оценивается неоднозначно. Рассчитанная величина

испарения на уровне около 1000 мм/кв.м считается нормой, ее разброс в разные годы объясняется сезонными колебаниями температуры воздуха.

4. Эксплуатация водохранилища провоцирует развитию различных опасных процессов: наведенной сейсмичности, проявления обвальных, оползней, изменения уровня грунтовых вод, переработка берегов. Современные геолого-геодинамические процессы в районе водохранилища «Таджикское море» развиты денудационно-эрозионными процессами, площадным размывом и др., конкретно выражающихся в виде оползней, карстов, переработки берегов и др. В настоящее время проявление большинство этих процессов сбалансированы, а редкие, сезонные и аномальные их выражения связаны с погодным катаклизмами.

5. В районе водохранилища «Таджикское море» в результате инженерно-хозяйственной деятельности происходит нарушение ландшафтов и формирование природно-антропогенных ландшафтов как результат целенаправленного использования существующих ландшафтов для инженерно-хозяйственных целей. Разработанная классификация позволит выявить закономерности территориального распространения природно-антропогенных ландшафтов в районе водохранилища и может быть использована как основа для целевого рационального использования его природно-рекреационного потенциала.

6. Оценка геоэкологического состояния района осуществлена на основе учета природно-геоэкологических особенностей, степени техногенной трансформации территории, их устойчивости к инженерно-хозяйственному воздействию.

7. В районе водохранилища «Таджикское море» выделены три пояса влияния: пояс непосредственного воздействия гидрологических, гидрогеологических и климатических факторов шириной от 0,3 до 1,5 км (зоны временных затоплений, повышения уровня грунтовых вод, переформирования берегов); пояс систематического активного влияния шириной от 1,5 до 10–12 км (изменения в почвенном и растительном покровах); пояс ослабленного эпизодического и фрагментарного влияния (шириной до 40-50 км).

8. Геоэкологическая оценка региона позволяет установить природно-хозяйственные возможности и разработать мероприятия по охране территории и снижению ее уязвимости к негативным последствиям изменения климата и инженерно-хозяйственной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Водохранилище «Таджикское море» - большой искусственный, намывной, водоем, построено в Ферганской долине, в бассейне р.Сырдарьи. Оно как компонент крупного гидроузла в Северном Таджикистане, является частью Сырдарьинской речной энергетическо-ирригационной системы и ключевым элементом Центрально-азиатской энергетической системы, выступая как региональный регулятор водных ресурсов.

Река образует разнообразные извилины, заводи, старицы из-за блуждания ее русла, где развиты мели, по берегам - тугай, камыши, составляющие характерный компонент речной системы.

Водохранилище «Таджикское море» оказывает широкое влияние на геологическую среду, вызывая ее трансформацию путем образования новых инженерно-геологических комплексов, нарушения режима грунтовых вод, изменения режима поверхностных и подземных вод, подтопления, заиления, переработки берегов, овраго- и карстообразования, активизации оползневых, суффозионных, склоновых и др. процессов.

В диссертационном исследовании автором проведен анализ современного состояния природно-геоэкологической среды района водохранилища, изучены геоэкологические проблемы зоны его влияния, выявлены особенности его формирования геоэкологических условий под влиянием изменения климата и инженерно-хозяйственной деятельности, оценены последствия антропогенного нарушения, разработаны рекомендации по улучшению геоэкологических условий, реабилитации состояния, рационального использования природно-рекреационного потенциала водохранилища.

Осуществлена интегральная (комплексная) оценка геоэкологического состояния района ВТМ с применением современных технологий – космоматериалов и ГИС.

Основные научные результаты диссертации

Проведённые исследования позволяют сделать следующие важные выводы.

1. Район водохранилища характеризуется региональными природно-геологическими особенностями. Геологические особенности выражаются в развитии мощного комплекса мезозой-кайнозойских отложений (до 12 км), составляющих основание чаши водохранилища, с резким угловым и стратиграфическим несогласием залегающих на древние палеозойские комплексы. Геоморфология района водохранилища отличается развитием эрозионно-тектонического, денудационно-аккумулятивного и эрозионно-аккумулятивного типов рельефа, развитием четырех террас. Гидрогеологические условия района выражаются в развитии безнапорных грунтовых вод в песчано-гравийных, слабонапорных вод в песчано-галечниковые и высоконапорные воды в песчано-галечных комплексах [9-А, 11-А].
2. Функционирование водохранилища вызывает трансформацию геологической среды путем формирования новых инженерно-геологических комплексов, нарушения режима грунтовых вод и др. Оно сопровождается рядом проблем, среди которых наиболее ощутимыми являются колебания уровня поверхностных вод, заиление, переработка берегов, оврагообразование, подтопление, активизация оползневых, суффозионных, склоновых и др. процессов. На фоне нарушений геологической среды, в свою очередь глобальное изменение климата, несомненно, также влияет на эксплуатационные характеристики водохранилища и надежность его функционирования [2-А, 11-А].
3. Геоэкологические условия района водохранилища «Гаджикское море» представлены совокупностью природных и антропогенно измененных особенностей территории, определяющих функционирование экосистем и их устойчивость к инженерно-хозяйственным воздействиям. Ландшафты района водохранилища относятся к Сырдарьинской провинций озерно-аллювиальных, болотных ландшафтов с широколиственно-тополиными деревьями на сероземных, дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, болотами. Ландшафты района представлены неизменно-равнинным, очень жарким поясом с пустынной и эфемеровой растительностью, серо-бурыми, светлыми и типичными сероземными почвами. Ландшафты подразделяются на гумидные на

грунтовым увлажнении, аридные на атмосферном увлажнении и антропогенные [4-А, 5-А].

4. Почвы района представлены в основном сероземами (типичными, пустынными, карбонатными, серыми) и горными коричневыми типами (светлые, серо-коричневыми). Характерной особенностью почв района являются развитие на аллювиальных и каменистых делювиальных отложениях. Широко распространенные сероземы разнообразны и представлены аллювиально-болотными, лугово-болотными и аллювиально-тугайными пойменными почвами с фрагментарно развитыми солончаками. В климатическом отношении район водохранилища относится к Переднеазиатской климатической области и согласно климатическому районированию представляет собой таджикстанскую часть Ферганской долины, для которой характерен низменно-равнинный, очень жаркий пояс с пустынной и эфемеровой растительностью, тонковолокнистого хлопчатника на серо-бурых, светлых и типичных сероземных почвах. Пояс характеризуется большими запасами тепла и длительным безморозным периодом. Общей чертой растительность исследуемого района является господство пустынной и полупустынной растительности. Характерны тугаи, имеющие краткий зимний покой и длительную летнюю вегетацию с разной степенью пойменного увлажнения, ассоциирующиеся с древесными растениями (тростник, солодки и др.) [27-А].
5. Включение района водохранилища «Таджикское море» в Список Рамсарских водно-болотных угодий международного подчеркивает его особый природно-ландшафтный статус и способствует повышению внимания государства к сохранению водно-болотного режима и охране биоты района и привлечению инвестиции на природоохранные и рекреационные цели.
6. Изменение климата является одной из глобальных проблем современного мира, а его влияние на режим и безопасность функционирования водохранилища «Таджикское море» заметно наблюдается.
7. Заиление дна водохранилища определяются природно-географическими, геологическими и морфометрическими особенностями района водохранилища,

рельефом бортов, эрозией, площадным смывом, а также параметрами водохранилища (глубина, материал дна, откосы берегов). В настоящее время оно находится в пределах допустимых норм, его темп считается как фиксированный и стабилизированный [1-А, 8-А, 10-А, 11-А].

8. Рассчитанная величина испарения с поверхности водохранилища на уровне около 1000 мм/кв.м считается нормой, ее разброс в разные годы объясняется сезонными колебаниями температуры воздуха.
9. Эксплуатация водохранилища провоцирует развитию различных опасных процессов: наведенной сейсмичности, проявления обвальных, оползней, изменения уровня грунтовых вод, переработка берегов. Современные геолого-геодинамические процессы в районе водохранилища «Таджикское море» развиты денудационно-эрозионными процессами, площадным размывом и др., конкретно выражающихся в виде оползней, карстов, переработки берегов и др. В настоящее время проявление большинство этих процессов сбалансированы, а редкие, сезонные и аномальные их выражения связаны с погодным катаклизмами. Эрозионные процессы развиты на более 45% территории района водохранилища.
10. В районе водохранилища в результате инженерно-хозяйственной деятельности происходит нарушение ландшафтов и формирование природно-антропогенных ландшафтов как результат целенаправленного использования природных ландшафтов для инженерно-хозяйственных целей. Разработанная нами классификация позволит выявить закономерности территориального распространения природно-антропогенных ландшафтов в районе водохранилища и может быть использована как основа для целевого рационального использования его природно-рекреационного потенциала [6-А, 17-А].
11. В районе водохранилища «Таджикское море» выделены три пояса влияния: пояс непосредственного воздействия гидрологических, гидрогеологических и климатических факторов шириной от 0,3 до 1,5 км (зоны временных затоплений, повышения уровня грунтовых вод, переформирования берегов); пояс систематического активного влияния шириной от 1,5 до 10–12 км (изменения

в почвенном и растительном покровах); пояс ослабленного эпизодического и фрагментарного влияния (шириной до 40-50 км) [6-А, 7-А].

12. Проведенная нами геоэкологическая оценка района водохранилища «Таджикское море» позволяет на основе полученных результатов и учета природно-хозяйственного потенциала района, разработать мероприятия по охране территории и снижению уязвимости крупного курпнейшего гидроузла Северного Таджикистана к негативным последствиям изменения климата и антропогенной деятельности [3-А, 7-А].
13. Объем воды водохранилища «Таджикское море» вызывает дополнительный подпор грунтовых вод в полосе между водохранилищем и Большим Ферганским каналом, что создает угрозу подтопления земель площадью свыше 4 тыс. га.
14. Все негативные последствия функционирования водохранилища «Таджикское море» могут быть значительно уменьшены или преодолены путем проведения соответствующих эффективных мероприятий. Особенно востребованы мероприятия по охране среды, предотвращению вероятных, пагубных влияний водохранилища на окружающую среду и его рациональному использованию.

Рекомендации по практическому использованию научных результатов

1. Проведение контроля за проточностью, уровнем режимом и предотвращением сброса промышленных стоков в водохранилище посредством регулирования гидрологического, гидрохимического и термического режимов стока.

2. Взятие под особую охрану тугайных зарослей (гребенщики, рогазы, тамариски, туранга, тростники и др.), создание условий для биологического восстановления водоема, рыборазведения и благоприятной среды для водоплавающих и болотных птиц с целью выполнения и соблюдения требования Рамсарской Конвенции ООН сохранению и использованию водно-болотных угодий.

3. Реконструкция и укрепление защитной дамбы водохранилища протяженностью 25 км, особенно участка в 14,5 км (58 % части дамбы), на обоих берегах с целью предотвращения эрозии берегов, защиты территории от вероятных наводнений. Укрепление, местами и ремонтно-восстановительные работы на дамбе рациональнее проводить при УМО равном 345,6–346,8 м в зимний период (январь-февраль). Дамба, эродирована, разрушена, что создает реальную угрозу прорыва и аварий. На дамбе последние десятилетия не велись ремонтно-восстановительные работы и реконструкция.

4. Сооружение противодиффузионных завес из бетона, битума для избирательного изменения фильтрационного режима грунтовых вод.

5. Проведение лесохозяйственной рекультивации путем проведения обвалования оградительной дамбой мелководных зон глубиной до 1,5-2,0 м как переходных зон между водохранилищем и прилегающей территорией. Обвалование охватит зону шириной до 2-2,5 км и расширит сельскохозяйственные земли, зону рекреации прибрежной зоны водохранилищ, улучшит медико-санитарное ее состояние.

6. Организация и проведение выкашивания макрофитов в местах максимальных скоплений на мелководьях специальной техникой с целью снижения интенсивности и масштабов зарастания и риска эвапотранспирации водохранилища, угрожающей эффективности его функционирования.

7. Проведение очистки водохранилища от водорослей в местах их интенсивного нагона, удаления высшей водной растительности.

8. Проведение противоэрозионных и лесозащитных мероприятий, создание комплексных водоохраных зон, рекультивация и подсев луговой растительности (клевера, лугового мятлика, газонных трав и др.).

9. Создание агроландшафтов и искусственных ландшафтов. Целесообразно засеять и способствовать распространению мхов и лишайников, питающихся атмосферным воздухом, что позволяет по анализу их состава выявить техногенные геохимические воздушные (газовые) нарушения.

10. Укрепление размываемых берегов, рекультивация отмелей и подтопленных прибрежных полос. Закрепление эрозионеустойчивых берегов водохранилища тростником, рогозой и другими макрофитами, доведение ширины тростниковой зоны до 20 м, ее глубины до 5 м, посадка кустарниковых ив с целью защиты берегов от абразии, улучшения качества воды водохранилища и рекреационных условий района водохранилища.

Организация и реализация предлагаемого нами комплекса мероприятий может обеспечить оптимальное, эффективное и рациональное функционирование гидротехнических сооружений важного регионального энергетико-ирригационного значения – водохранилища «Гаджикское море».

ЛИТЕРАТУРА

I. Монографии, учебно-методическое пособие, статьи из сборников и периодических изданий

[1] Абдурахимов, С.Я. Геоэкологические проблемы техногенеза на территории Северного Таджикистана. / С.Я. Абдурахимов // -Пермь: Издательство ПГУ, 2003.- 147 с.

[2] Абдурахимов, С.Я. Инновационно-геоэкологические проблемы природно-техногенного разнообразия Таджикистана. / С.Я. Абдурахимов // - Худжанд: Нури маърифат, 2014. -432 с.

[3] Абдурахимов, С.Я. Охрана и рациональное использование малых рек Северного Таджикистана. / С.Я. Абдурахимов // Матер. Всес. науч.-практ.конф. “Проблемы рационального природопользования горных стран”. -Бишкек, 1991.- С.17-19.

[4] Абдурахимов, С.Я. Проблемы геоэкологии и охраны геологической среды в Таджикистане. / С.Я. Абдурахимов // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы регион.науч.-практ.конф. -Пермь, 2003. -С.325-327.

[5] Абдурахимов, С.Я. Техногенные нагрузки и водные ресурсы горных рек Кураминского региона. / С.Я. Абдурахимов, Д.Н. Саидова // Вестник ХГУ имени академика Б.Гафурова, - Худжанд, 2011 №2. -С.97-103.

[6] Абдушукуров, Д.А. Геохимические аспекты экологии Кайраккумского водохранилища. / Д.А. Абдушукуров, А.А. Джураев, Х. Пасселл // –ФРГ: Изд. Ламберт, 2014. – 105 с.

[7] Абдушукуров, Д.А. Особенности распределения химических элементов вдоль берегов водохранилища «Таджикское море» / Д.А. Абдушукуров // Электронный журнал ВАК КР, №1, (4), 2016, -С.1-10. <http://vak.kg/jurnalVAK/>

[8] Абдушукуров, Д.А. Состояние Кайраккумского водохранилища. / Д.А. Абдушукуров, Ш.Ш. Азимов, А.А. Джураев, В.Н. Петухов // Вестник Таджикского национального университета, Серия естественных наук, 2016, № 1/1(192).- С. 218-223.

[9] Абитаева, М.Ф. Ветровой режим района Кайраккумского водохранилища. / М.Ф. Абитаева // Уч. Записки ЛГУ, сер. геогр. наук, 1970, № 392. - с. 113-125.

[10] Абитаева, М.Ф. Температура и влажность воздуха над водной поверхностью Кайракумского водохранилища. / М.Ф. Абитаева // Тр. СредазРегНИГМИ, 1978.-С.69-88.

[11] Авакян, А.Б. Водохранилища мира. / Авакян А.Б. Шарапов В.А. и др. // М.: Наука, 1979. -288 с.

[12] Авакян, А.Б. Водохранилища. / В.П. Салтанкин, В.А. Шарапов // М.: Мысль, 1987. - 325 с.

[13] Айтматов, И.Т. Высокогорные хвостохранилища: концептуальные основы обеспечения безопасности. / И.Т. Айтматов, Ю.Г. Алешин, И.А. Торгоев // Известия Национальной академии наук КР. 2011. № 1. – С. 53–63.

[14] Айтматов, И.Т. Геоэкологические проблемы в горнопромышленном комплексе Кыргызстана / И.Т. Айтматов, И.А. Торгоев, Ю.Г. Алёшин //Наука и новые технологии. 1997. № 1.-С.129-137.

[15] Айтматова, Дж.И. Хвостохранилища радиоактивных отходов и их влияние на компоненты окружающей среды на территориях урановых рудников Майлуу-Суу и Чаркесар. / Дж.И. Айтматова, В.Б. Апарин //Наука и новые технологии. 2003, №3.-С.71-82.

[16] Акматов, Р.Т. Влияние водной массы Токтогульского водохранилища на местный климат. / Р.Т. Акматов, С.К. Аламанов, В.А. Почечун // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов = Modern problems of reservoirs and their catchments [Электронный ресурс]. Труды VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Пермь, 27–30 мая 2021 г.). Пермь, 2021.-С.23-27.

[17] Алексеевский, Н.И. Христофоров А.В. Общие подходы к оценке гидроэкологической безопасности природных и социально-производственных комплексов речных бассейнов. / Н.И. Алексеевский, В.М. Евстигнеев, С.В. Храменков // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2000. № 1. -С. 22-28.

[18] Алёшин, Г. Радиационная экология Майлуу-Суу. / Г. Алёшин, И.А. Торгоев, В.А. Лосев // Бишкек, 2000.

[19] Алибаева, М.А. Бентос Кайракумского водохранилища. / М.А. Алибаева // Изв. АН Тадж. ССР, отдел, биол. наук, 1982, № 2(87). -С. 36-40

[20] Алиев, Р.О. Гидротехническое и мелиоративное строительство в условиях предгорных равнин (на примере Азербайджана). Р.О. Алиев / М.: Стройиздат, 1991. -172 с.

- [21] Атлас Таджикской ССР. / Д-М.: // ГУГК, 1968. -200 с.
- [22] Ахроров, Ф. Особенности зарастания некоторых водохранилищ Таджикистана в условиях резкого колебания уровня воды. / Ф. Ахроров, У.И. Муртазаев // Изв. АН ТаджССР, отдел, биол. наук, 1985, №1 (98). - С. 75-80.
- [23] Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии: 280 основных терминов. / под ред. В.Т. Трофимова. // М.: ОАО "Геомаркетинг", 2012. -320 с.
- [24] Бобиев, Д.Ф. Влияние изменение климата на водные ресурсы Республики Таджикистан и связанные с ними орошение и водоснабжение. / Д.Ф. Бобиев, У.И. Муртазаев // Проблемы гидрометеорологического обеспечения водохозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата. Сб. науч. статей Междунар.науч.конференции.- Минск; Издат. Центр БГУ, 2015. -С. 207-209.
- [25] Бобиев, Д.Ф. Экология и горные водохранилища (методологические аспекты изучения) / Д.Ф. Бобиев, У.И. Муртазаев // Журнал Кишоварз, 2014, №3.- С.80-81.
- [26] Богданов, Н.И. История становления и современное состояние геоэкологии. / Н.И. Богданов // Инженерная геология. 2014. № 1. С. 14–20.
- [27] Богданов, Н.И. Микробиологический режим Кайракумского водохранилища. / Н.И. Богданов // ДАН Тадж. ССР, 1968, т. XI, №5. - С. 74-78.
- [28] Богданов, Н.И. Первичная продукция и микробиология Кайракумского водохранилища. / Н.И. Богданов // Душанбе, Дониш, 1975. - 115 с.
- [29] Богословский Б.Б. О водообмене и водных массах водных объектов//Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск, 1975. -С. 270-275.
- [30] Болтов, В.В. Регулирующие возможности Кайракумского водохранилища. / В.В. Болтов // Экономика Таджикистана: стратегия развития, 1999, №3. - С. 92-97.
- [31] Валиев, Ш.Ф. Изменение геоэкологических условий речных систем Таджикистана в связи со строительством водохранилищ. /Ш.Ф. Валиев // Вестник Таджикского аграрного университета. 2014. № 3.-С.38-39.
- [32] Валиев, Ш.Ф. Инженерно-хозяйственная трансформация кровли литосферы Таджикистана. / Ш.Ф. Валиев // Таджикский национальный университет. - Душанбе: Сино, 2014. – 219 с.

[33] Валиев, Ш.Ф. Об экологическом стоке как важном геоэкологическом критерии оценки речного водопользования Таджикистана. / Ш.Ф. Валиев // Вестник Таджикского национального университета. 2014. № 1/3(134) – С-247-251.

[34] Валиев, Ш.Ф. Почвенно-геоэкологические условия зоны плотин как показатель равновесного функционирования гидротехнических сооружений. / Ш.Ф. Валиев // Вестник Таджикского национального университета. 2014. № 1/3(134) – С.291-296.

[35] Валиев, Ш.Ф., Ниязов М.А., Одинаев Ш.Х. Влияние строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений на окружающую среду Таджикистана. / Ш.Ф. Валиев, М.А. Ниязов, Ш.Х. Одинаев // Безопасность гидротехнических сооружений в сейсмически активных районах. Материалы международной научной конференции. - Душанбе: Недра, 2013. – С.109-113.

[36] Валиев, Ш.Ф. Крупные инженерные сооружения Таджикистана и связанные с ним вероятные геопасности и геориски. / Ш.Ф. Валиев, М.А. Ниязов, Ш.Х. Одинаев // Мат-лы меж. конф. "Дистанционные и наземные исследования Земли в Центральной Азии", посвященная 10-летию ЦАИИЗ. Бишкек, Кыргызстан 08-09 Сентября 2014. -С.136-137.

[37] Васильковский, Н.П. К стратиграфии четвертичных отложений Ферганы. / Н.П. Васильковский // Материалы по геологии Средней Азии, 1935. Вып. 2.-С.62-87.

[38] Вендров, С.Л. Водохранилища и окружающая среда. – / С.Л. Вендров, К.Н. Дьяконов // М.: Наука. 1976. – 136 с.

[39] Видинеева, Е.М. Влияние Кайраккумского водохранилища на гидрохимический режим реки Сырдарья. / Е.М. Видинеева, А.К. Селиванова // Сб. работ ТГМО, 1971, вып. 4.-С. 185-195.

[40] Витченко, А.Н. Геоэкология. / А.Н. Витченко // Минск: Изд.БелГУ, 2002.-100 с.

[41] Витченко, А.Н. Геоэкологическая оценка природно-антропогенных геосистем Беларуси. / А.Н. Витченко, Г.И. Марцинкевич, М.Н. Брилевский, Н.В. Гагина, И.И. Счастливая // Вестник БГУ. Сер. 2. Минск, 2006. № 3.-С.78-84.

[42] Владимирова, Н.С. Вопросы охраны окружающей среды при создании водохранилищ ГЭС. / Н.С. Владимирова // Проблемы совершенствования управления энергетики в современных условиях. М., 1980. Вып. 153. – С.34-76.

- [43] Водные ресурсы Республики Таджикистан. / Кн.1. Реки/НПИЦентр.- Душанбе, 1998.- 200 с.
- [44] Водные ресурсы Таджикистана. Душанбе: Дониш, 2003. - 112 с.
- [45] Водные ресурсы Центральной Азии и их рациональное использование. / Тезисы докладов международной конференции. Душанбе, 2001.- 238 с.
- [46] Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. / М.: Наука. 1986.– 367 с.
- [47] Водохранилища Российской Федерации: современные экологические проблемы, состояние, управление: / Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, г. Сочи, 23-29 сентября 2019 г. – Новочеркасск: Лик, 2019. – 500 с.
- [48] Возбуждения сейсмичность в районе водохранилища Нурекской ГЭС. / Колл. авторов. Душанбе, Москва, Дониш, 1987. - 404 с.
- [49] Воинов, А.А. Моделирование экосистемы водохранилищ реки Вахш. / А.А. Воинов, Ф.С. Комилов // Обзорная информация ТаджикНИИНТИ. Душанбе, 1985. –38 с.
- [50] Геологическая карта Таджикской ССР. Москва: ВСЕГЕИ, 1984.
- [51] Геология СССР. Том 24. / Таджикская ССР. // Москва: Госгеолтехиздат, 1959.-742 с.
- [52] Геоэкологические условия как базовая категория нормативной документации по инженерно-экологическим изысканиям. // Независимый электронный журнал «Геоинфо». Адрес доступа: <https://www.geoinfo.ru/product/grigoreva-iyu-yurevna/geoehkologicheskie-sloviya -kak -bazovaya- kategoriya-normativnoj-dokumentacii-po-inzhenerno-ehkologicheskim-izyskaniyam-38849.shtml>
- [53] Геткер, М.И. Об изменении общей минерализации воды р.Сырдарьи в связи с развитием орошения в ее бассейне. / М.И. Геткер, Л.М. Куропатка, Ф.Э. Рубинова // Труды СРНИГМИ. Ташкент,1975. Вып.23 (104). -С.71-96.
- [54] Гидрогеологические исследование в межгорных впадинах Южного Таджикистана. // М.: Изд. МГУ. 1991. -104 с.
- [55] Гидрогеология СССР. Том 41. Таджикская ССР. Москва: Недра, 1972.- 472 с.
- [56] Гидроэнергетические ресурсы Таджикской ССР. Недра, Л. 1965.-340 с.

[57] Глазырин, Г.Е. Изменение ледникового стока рек Средней Азии в связи с возможным изменением климата. / Г.Е. Глазырин, И.В. Рацек, А.С. Щетинников // Труды САНИГМИ. Л.: Гидрометеиздат. 1986. Вып. 117 (198).-С.59-70.

[58] Гордон, С.М. Карта интенсивности смыва с поверхности водосборов рек Таджикистана и зависимость показателя растворенных веществ от интенсивности смыва. / Гордон С.М. // Инженерные изыскания для водохозяйственного строительства в Таджикистане. Душанбе, Ирфон, 1969. -С. 315-318.

[59] Граве, Л.М. Техногенный рельеф в зоне Кайраккумского канала. / Л.М. Граве // Геоморфология. – 1986. – № 3. – С. 23–30.

[60] Григорьева, И.Ю. Геоэкологические условия как базовая категория нормативной документации по инженерно-экологическим изысканиям. / И.Ю. Григорьева // Независимый электронный журнал «Геоинфо». Адрес доступа: <https://www.geoinfo.ru/product/grigoreva-iyu-yurevna/geoekologicheskie-usloviya-kak-bazovaya-kategoriya-normativnoj-dokumentacii-po-inzhenerno-ehkologicheskim-izyskaniyam-38849.shtml>

[61] Григорьева, И.Ю. Геоэкология: учебное пособие. / И.Ю. Григорьева // М.: ИНФРА-М, 2013. 270 с.

[62] Динамика и термика рек и водохранилищ. / Отв. ред. Б.А. Фидман, В.К. Дебольский. // М.: Наука, 1984.-239 с.

[63] Динамика ландшафтов в зоне влияния Куйбышевского водохранилища. СПб.: Наука, 1991. -224 с.

[64] Добровольский, С.Г. Глобальные изменения речного стока. / С.Г. Добровольский // М.: ГЕОС, 2011. -660 с.

[65] Дончева, А.В. Ландшафтная индикация загрязнения природной среды. / А.В. Дончева, Л.К. Казакова, В.Н. Калуцков // М.: Экология, 1992. –256 с.

[66] Ёров, А.Ё. Влияние гидрофизических процессов водохранилища на мелиоративные характеристики орошаемых земель. / А.Ё. Ёров // Автореф.... канд.тех. н. -Душанбе 2002.–23 с.

[67] Заиление водохранилищ и борьба с ним. М.: Колос, 1970.-320 с.

[68] Защита окружающей среды от техногенных воздействий. /Под ред. Г.В. Невской. // М.: МГОУ, 1993. – 113 с.

[69] Иванов, Ю.Н. Изучение заиления Кайраккумского водохранилища. / Ю.Н. Иванов // Тр. ГГИ, Вып. 90. Л.: Гидрометеиздат, 1960.- С. 123-149.

[70] Иванов, Ю.Н. Исследование грунтов Кайраккумского водохранилища. / Ю.Н. Иванов // Тр. ГГИ. Л.: Труды ГГИ, 1966. Вып. 98. -С. 182-202.

[71] Иманбердиева, Н.А. Загрязнения радионуклидами почвенного покрова ураново-техногенной провинции Мин-куш Кыргызстана. / Н.А. Иманбердиева, С.Д. Качыбекова, Б.Т. Жолболдиев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 5. – С. 30-34.

[72] Инженерная геология СССР. / И.С. Комаров, Е.М. Сергеев, Г.А. Голодковская, Е.Г. Чаповский, И.М. Буачидзе, К.И. Джанджгава, М.В. Чуринов и др. // В восьми томах. Том 7. Средняя Азия. М.: Изд-во МГУ, 1978.-352 с.

[73] Исаков, А.И. Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы Ферганской долины. / А.И. Исаков // Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138 (219).-С.33-44.

[74] Исаченко, А.Т. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. / А.Т. Исаченко // Минск: Наука, 1998.-268 с.

[75] Казарновский, В.Д. Защита горных дорог от опасных геологических процессов. / В.Д. Казарновский, Б.Б. Каримов, Х.Я. Мурадов и др. // Киев: Наукова думка, 1998.– 250 с.

[76] Кайраккумское водохранилище: Результаты исследований по гидробиологии / [С. А. Андриевская, Д. Л. Пати́на, А. А. Синельникова и др.]; // Отв. ред. М. Н. Нарзикулов. - Душанбе: Дониш, 1982. - 287 с.

[77] Капкаев, А.Х. Участие продуктов обрушения берегов в седиментационном балансе Кайраккумского водохранилища. / А.Х. Капкаев // Тр. САРНИГМИ, 1975, вып. 2(83). - с. 58-64.

[78] Капцан, А.Д. Оценка сильных движений грунта в эпицентральной зоне Кайраккумского землетрясения 13 октября 1985 г. / А.Д. Капцан // Вопросы инженерной сейсмологии. 1987. №28.

[79] Комилов, Ф.С. Гидродинамический блок имитационной модели экосистемы Кайраккумского водохранилища. / Ф.С. Комилов // Известия АН РТ. Отделение физико-матем., хим. и геол. наук, 1991 № № 2 (119).-С. 13-18.

[80] Комилов, Ф.С. Имитационное моделирование рыбной популяции экосистемы Кайраккумского водохранилища. / Ф.С. Комилов // Доклады АН РТ, 2002. Том 45, № 5, 6.-С. 73-80.

[81] Корпачев, В.П. Загрязнение и засорение водохранилищ ГЭС древесно-кустарниковой растительностью, органическими веществами и влияние их на

качество воды. / В.П. Корпачев, А.И. Пережилин, А.А. Андрияс, Ю.И. Рябоконт // М.: Изд-во "Академия Естествознания", 2010.–231 с.

[82] Котлов, Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. / Ф.В. Котлов // М.: Недра, 1978. –350 с.

[83] Кочуров, Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. / Б.И. Кочуров // Смоленск, 1999.- 154 с

[84] Краткий словарь геоэкологических терминов и понятий. Адрес доступа: https://www.ggf.tsu.ru/content/faculty/structure/chair/dynamic-geology/books/Slovar_GET/.

[85] Крещенцов, М.И. Минерализация приплотинной воды в Кайраккумском водохранилище по прогнозу и его оправдываемость. / М.И. Крещенцов, Д.Л. Патина // Химия в Таджикистане. - Душанбе: Дониш, 1973.-С.188.

[86] Кузнецов, Н.Т. Перспективы исследований механического и вещественного составов донных отложений основных водохранилищ Средней Азии. / Н.Т. Кузнецов, И.А. Клюканова // Географические аспекты исследований и использование водных ресурсов в СССР. М.: Изд.БКМР ВЦ Статуправления г. Москвы, 1982. -С. 125-133.

[87] Кутеминский, В.Я. Почвы Таджикистана. / В.Я. Кутеминский Р.С. Леонтьева // Душанбе: Дониш, 1966.-215 с.

[88] Лаврусевич, А.А. Некоторые формы переработки лессовых берегов горных водохранилищ (на примере Нурекского водохранилища). / А.А. Лаврусевич, С.А. Лаврусевич // ДАН ТаджССР, 1985, т. XXVIII, №2. -с. 108-111.

[89] Ландшафтная карта Таджикской ССР. Душанбе, 1979.

[90] Левкович, Р.А. Геодинамический эффект создания крупных водохранилищ в сейсмоактивных областях. / Р.А. Левкович, Г.И. Дейнега, С.А. Каспаров, Ш.Г. Идармачев, Г.С. Казарьянц, А.Г. Дейнега, Т.Н. Омаров // М., Наука, 1982.- 76с.

[91] Либерт, А.А. Влияние смыва отложений на распределение наносов по глубине водохранилищ Средней Азии. / А.А. Либерт // Тр. Средазрег НИИ им. В.А. Бугаева, 1985, вып. 102 (183). -с. 44-51.

[92] Логинов, В.Ф. Изменения климата: тренды, циклы, паузы. / В.Ф. Логинов, В.С. Микуцкий // Минск. Белорусская наука. 2017.-160 с.

[93] Максимович, Н.Г. Малые водохранилища: экология и безопасность. / Н.Г. Максимович, С.В. Пьянков // Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2012. – 256 с.

[94] Максаковский, В.П. Географическая картина мира. / В.П. Максаковский // Ч.1. - Ярославль: Верх.-Волж. кн. изд-во, 1995.- 320с.

[95] Максимчук, В.Л. Рациональное использование и охрана берегов водохранилищ. / В.Л. Максимчук // Киев: Будивельник, 1981. – 112 с.

[96] Малков, А.Б. Заиление Кайраккумского водохранилища. / А.Б. Малков // Тр.Гидропроекта, 1964, сб. 12. - с. 306-312.

[97] Малков, А.Б. Результаты натурных исследований заиления водохранилищ Уч-Курганской ГЭС на р. Нарын и Головной ГЭС на р. Вахш. / А.Б. Малков, Б.Г. Насрулин // Тр. Гидропроекта, 1973, сб. 30.-с. 180-187.

[98] Маматканов, Д.М. Водные ресурсы Кыргызстана на современном этапе. / Д.М. Маматканов, Л.В. Бажанова, В.В. Романовский // Бишкек, изд. Илим, 2006. – 267 с.

[99] Марцинкевич, Г.И. Ландшафтоведение. / Г.И. Марцинкевич // Минск: Изд. БГУ, 2005.– 200 с.

[100] Мельников, Г.Б. Водоохранилища гидроэлектростанций и развитие гидробиологии в СССР. / Г.Б. Мельников // Гидробиологический журнал, том 6, 1970, № 5.-С.5-14.

[101]. Методика оценки уровня безопасности гидротехнических сооружений. – М.: ОАО «НИИЭС», 2004.–108 с.

[102]. Методические указания по оценке влияния гидротехнических сооружений на окружающую среду(РД153-34.2-02.409-2003) СПб, 2003. -104 с.

[103]. Методические указания по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановлению их характеристик. – М.: Госкомгидромет, 1986. – 133 с.

[104]. Милькис, Б.Е. Определение испарения с поверхности Кайраккумского водохранилища методом испарителей / Б.Е. Милькис // Изв. АН Узб.ССР, серия техн. наук, 1964, № 4. - С. 52-58.

[105]. Мильков, Ф.Н. Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность / Ф.Н. Мильков // Воронеж: Воронеж. ун-т, 1986. -328 с.

[106]. Мильков, Ф.Н. Человек и ландшафты / Ф.Н. Мильков // М.: Мысль, 1973. -224 с.

[107]. Мирзоев, К.М. Возбужденная сейсмичность в районе водохранилища Нурекской ГЭС / К.М. Мирзоев, С.Х. Негматулаев, Д. Симпсон, О.В. Соболева // - Душанбе, Дониш, 1987. -404 с.

[108]. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. - Таджикская ССР. Л.: Гидрометеиздат. 1987. Том 12.-С.69-157.

[109]. Муртазаев, У.И. Внутриводоемные процессы в Кайраккумском водохранилище (Бахри Точик) и его воздействие на прилегающие территории /У.И. Муртазаев // Материалы Международной научно-теоретической конференции посвященная 30-летию Государственной независимости Республики Таджикистан и международному Десятилетию действия «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы» - Худжанд: Нури Маърифат. 2020. - С.235-245.

[110]. Муртазаев, У.И. Водоохранилища Таджикистана и их влияние на прилегающие ландшафты / У.И. Муртазаев // - Душанбе., Изд. Ирфон., 2005. -304 с.

[111]. Муртазаев, У.И. Возможности рекреационного освоения и эксплуатации водохранилищ Таджикистана / У.И. Муртазаев // Водные ресурсы Центральной Азии, 2005, №2. -С. 60-69.

[112]. Муртазаев, У.И. Испарение с акваторий водохранилищ Таджикистана и его интенсивность / У.И. Муртазаев // Изв. АН Республики Таджикистан, отдел. наук о Земле, 1992, №1. -С. 63-67.

[113]. Муртазаев, У.И. О зарастании высшей водной растительностью малых водохранилищ Таджикистана / У.И. Муртазаев // Изв. АН Тадж. ССР, отдел, биол. наук. – 1989, №1 (114) -С. 8-16.

[114]. Муртазаев, У.И., Испарение с акваторий крупных водохранилищ Таджикистана / У.И. Муртазаев, С.Х. Бахриев, Д.Ф. Бобиев // Сб.статей, посвящ. Международному десятилетию действий (2005-2015) «Вода для жизни». Душанбе, 2015. – С. 238-244.

[115]. Муртазаев, У.И., Методические рекомендации по комплексному использованию малых водохранилищ Таджикистана. / У.И. Муртазаев, И.П. Майков // Душанбе, Минмелиоводхоз Тадж.ССР, 1985. 26 -с.

[116]. Мухаббатов, Х.М. Природно-ресурсный потенциал горных регионов Таджикистана / Х.М. Мухаббатов. // - М.: Граница, 1999. - 335 с.

[117]. Никитин, А.М. Гидрологический режим озер и водохранилищ СССР. / А.М. Никитин // Водоохранилища Средней Азии. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. - 165 с.

[118]. Николаенко, В.А. Классификация вод водохранилищ Средней Азии по химическому составу и их оценка для ирригации / В.А. Николаенко // Водные ресурсы, 1988, т. 25, №1. -С. 78-83.

[119]. Никонов, В.А. Возбужденная сейсмичность при заполнении водохранилищ (2 примера из Таджикистана) / В.А. Никонов // Гидротехническое строительство, 1993, №3. -С.20-24.

[120]. Нурбаев, Д.Д. Солевой баланс Кайраккумского водохранилища / Д.Д. Нурбаев // Труды Средаз.регион.НИИ_Вып.66 (147). Ташкент, 1979.-С.41-47.

[121]. Ожегова, В.Е. Бентос Кайраккумского водохранилища. По материалам 1957-1960 гг. Сб. работ по Кайраккумскому водохранилищу / В.Е. Ожегова // Тр. Института зоологии и паразитологии АН Тадж ССР, т. 26. - Душанбе, изд. АН ТаджССР, 1963.-С. 124-147.

[122]. Ожегова, В.Е., Материалы по фауне зоны затопления Кайраккумского водохранилища Сб. работ по Кайраккумскому водохранилищу / В.Е. Ожегова, А.А. Синельникова, С.А. Андриевская // Тр. Института зоологии и паразитологии АН Тадж ССР, т. 26. - Душанбе, изд. АН Тадж ССР, 1963. - С. 5-17.

[123]. Осипов, В.И. Геоэкология: понятие, задачи, приоритеты / В.И. Осипов // Геоэкология, 1997. № 1.- С. 3–11.

[124]. Пати́на, Д.Л. Аккумуляция биогенных, органических и взвешенных веществ Кайраккумским водохранилищем в 1958-1961 гг. / Д.Л. Пати́на // Изв. АН Тадж.ССР. Отд. физ.-тех. и хим. н., 1966, 3(21).

[125]. Пати́на, Д.Л. Влияние Кайраккумского водохранилища на режим взвешенных, биогенных, органических веществ и главнейших ионов / Д.Л. Пати́на // Изв. АН Тадж ССР, отдел.физ-матем. и геол. хим. наук. 1967, №4 (26) - С. 71-85.

[126]. Пати́на, Д.Л. Гидрохимия Кайраккумского водохранилища / Д.Л. Пати́на // Кайраккумское водохранилище. - Душанбе: Дониш, 1982, - 57с.

[127]. Пати́на, Д.Л. Баланс, аккумуляция и суточные изменения содержания Си и Мо в Кайраккумском водохранилище (1973-1975 гг.) / Д.Л. Пати́на, А.М. Озеров // Изв. АН ТаджССР. Отд. физ.-мат., химических и геол. н., 1981, 2(80), - 48 с.

[128]. Пати́на, Д.Л. Иодиды и бромиды в водах Сырдарьи, Кайраккумского водохранилища, коллекторов и дрен, впадающих в него / Д.Л. Пати́на, В.Б. Попова // - ВИНТИ, № 266-79. Деп.

[129]. Петров, Г.Н. Гидроэнергетические ресурсы Таджикистана и их использование / Г.Н. Петров // Центральная Азия и Кавказ. Журнал социально-политических исследований. “Central Asia and Caucis”, 2003. N 3 (27).-С. 29-43.

[130]. Петрушина, М.Н. Физическая география России и сопредельных территорий. / М.Н. Петрушина, Г.С. Самойлова, Л.Н. Щербакова, А.В. Хорошев, А.Н. Иванов // - М.: Изд-во МГУ, 2013. -152 с.

[131]. Пилюсов, Э.М. Некоторые результаты исследования заиления Кайракумского водохранилища и общего размыва русла в нижнем бьефе плотины / Э.М. Пилюсов, Г.А. Цой // Вопросы гидротехники, 1962, вып. 6. -С. 68-73.

[132]. Станюкович, К.В. Природные ландшафты Таджикской ССР / К.В. Станюкович, И.К. Еремина, Р.А. Ускова, М.Б. Станюкович, Г.Т. Сидоренко, У.Т. Таджиев // - Душанбе, 1990. -193 с.

[133]. Пулатов, Я.Э. Особенности формирования водно-солевого баланса орошаемой зоны левобережья Кайракумского водохранилища / Я.Э. Пулатов, Л.В. Кирейчева, Х.У. Юлдашев // Журнал Мелиорация и экология. МИВХ РФ, - Москва, 2017. №6.– С.31-34.

[134]. Расчленение стратифицированных и интрузивных образований Таджикистана. / -Душанбе: 1976. – 288 с.

[135]. Рахимов, А.И. О состоянии водных ресурсов Таджикистана // А.И. Рахимов / Проблемы региональной экологии. – М., 2011. – № 5. – С.139–142.

[136]. Рахимов, А.И. Гидроэкологические особенности территории Согдийской области / А.И. Рахимов, М.Х. Аминов // Учёные записки. Худжанд. Изд. Меъродж., 2014. № 3 (30). -С. 137 - 145.

[137]. Резниковский, А.М. Оценка влияния глобального потепления климата на гидроэнергетику / А.М. Резниковский, М.И. Рубинштейн. // Водные ресурсы, 1995. № 5.-С.114-129.

[138]. Рейзвих, В.Н. Уровенный режим Кайракумского водохранилища / В.Н. Рейзвих // Материалы научной конф. аспирантов Ташкентского госуниверситета (естественные науки). -Ташкент, изд. ТашГУ, 1966. - С. 126-130.

[139]. Рейзвих, В.Н. Испарение с водной поверхности в условиях Средней Азии / В.Н. Рейзвих, А.Б. Попова // Тр. САРНИГМИ, 1972, Вып.62 (77). -С. 54-57.

[140]. Реймерс, Н.Ф. Экология / Н.Ф. Реймерс // - М.: Россия Молодая, 1994.- 367 с.

[141]. Ильин, И.А. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 14, вып. 1. Бассейн р. Сырдарья. / Под ред. И.А. Ильина // - Л.: Гидрометеиздат, 1969. -439 с.

[142]. Саидова, Д.Н. Гидрогеоэкологические условия формирования элементарных геохимических ландшафтов Северного Таджикистана / Д.Н. Саидова // Журнал: Водное хозяйство России. - 2008. - № 2. - С. 22-34.

[143]. Сейсмологические исследования в районах строительства крупных водохранилищ Таджикистана /АН ТаджССР, Ин-т сейсмостойк. стр-ва и сейсмологии. -Душанбе: Дониш, 1987. - 119 с.

[144]. Сквалецкий, Е.Н. Инженерно-геологическое прогнозирование и охрана окружающей среды / Е.Н. Сквалецкий // -Душанбе: Дониш, 1988.-260 с.

[145]. Современные проблемы водохранилищ и их водосборов = Modern problems of reservoirs and their catchments [Электронный ресурс]: труды VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Пермь, 27–30 мая 2021 г.)/Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2021. 542 с.

[146]. Создание Рамсарских угодий: Стратегическая схема и указания по дальнейшему формированию Списка водно-болотных угодий международного значения. Руководства Рамсарской конвенции по разумному использованию водно-болотных угодий. 2007. 3-е издание. № 14.-132 с.

[147]. Судольский, А.С. Динамические явления в водоемах. / А.С. Судольский // Л.: Гидрометеиздат. 1991. – 260 с.

[148]. Сыщук, Д.Л. Главные ионы и биогенные элементы в Кайраккумском водохранилище в период его наполнения / Д.Л. Сыщук //Сб. работ по Кайраккумскому водохранилищу. Тр. ИЗиП. Т. 26. - Душанбе: Изд-во АН ТаджССР, 1963, с. 25.

[149]. Сыщук, Д.Л. Физические условия и газовый режим Кайраккумского водохранилища за 1957-1958 гг. / Д.Л. Сыщук //Тр. Зонального совещания по типологии и биологическому обоснованию рыбхоз, использования внутренних пресноводных водоемов южной зоны СССР. - Кишинев, 1962.

[150]. Таджикистан. Природа и природные ресурсы. - Душанбе: Дониш, 1982.-600 с.

[151]. Трофимов, В.Т. Парадоксы современной геоэкологии / В.Т. Трофимов // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 2009. № 4. -С. 3–13.

[152]. Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. -Ленинград Гидрометеиздат, 1970. - 83 с.

[153]. Урановые хвостохранилища в Центральной Азии: национальные проблемы, региональные последствия, глобальное решение: информационные материалы к Бишкекской региональной конференции, 21 -24 апреля 2009 года. - Бишкек. 2009

[154]. Усупаев, Ш.Э. Государственный кадастр отходов горной промышленности Кыргызской Республики (хвостохранилища и горные отвалы). / Ш.Э. Усупаев, Б.М. Карпачев, С.В. Менг, А.В. Мелешко, Э.Э. Атыкенова и др // - Бишкек, 2006. - 290 с.

[155]. Ходжаев, М.Х. Водноэкологические проблемы Северного Таджикистана. / М.Х. Ходжаев // -Москва, 1996.-164 с.

[156]. Ходжаев, М.Х. Формирование гидроэкологических проблем в Северном Таджикистане / М.Х. Ходжаев //Изв. РАН. Сер. геогр. 1995. №6. -С. 106-113.

[157]. Чодураев, Т.М. Изучение влияния водохранилищ Кыргызстана на изменения характеристик климата, прилегающих территорий / Т.М. Чодураев, Р.Т. Акматов //Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: материалы Междунар. науч.- практ.конференции. Алма-Ата, 2016. -С. 92-95.

[158]. Шамшиев, О.Ш. Водные ресурсы Западного и Юго-Западного Тянь-Шаня: проблемы геоэкологии / О.Ш.Шамшиев, Г.Ч. Донбаева //Вестник РУДН. Серия «Инженерные исследования». 2007. № 3.–С.-92-95.

[159]. Шикломанов, И.А. Антропогенные изменения водности рек. / И.А. Шикломанов // -Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. - 302 с.

[160]. Шикломанов, И.А. Исследование водных ресурсов суши: итоги проблемы перспективы./ И.А. Шикломанов // -Ленинград: Гидрометеиздат 1988.- 154 с.

[161]. Шульц, В.Л. Реки Средней Азии. Ч. I и II. / В.Л. Шульц // -Л.: Гидрометеиздат. 1965.- 691 с.

[162]. Щетинников, А.С. Морфология оледенения речных бассейнов Памиро-Алая по состоянию на 1980 г./ А.С. Щетинников // -Ташкент: САНИГМИ, 1997.-149 с.

[163]. Эдельштейн, К.К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения / К.К. Эдельштейн // - М.: ГЕОС, 1998. 277 с.

[164]. Юлдашев, Х.У. Вопросы регулирования солевого режима почв в зоне подпора Кайракумским водохранилищем / Х.У. Юлдашев, Э.Г. Ваксман // Повышение плодородия почв под хлопчатник: тр. НИИ почвоведения.– Душанбе: Дониш, 1980. – Т. 21. – С. 148–156.

[165]. Юлдашев, Х.У. Некоторые итоги мелиорации подверженных засолению орошаемых земель левобережья Кайракумского водохранилища / Х.У. Юлдашев, Ю. Вахобов // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – Т. 4.

[166]. Abdushukurov, D.A. Geochemistry of the Kayrakum reservoir on Central Asia's Syr Darya / D.A. Abdushukurov, H.D. Passell, T.T. Vandergraaf. // –FRG: Academic Publishing "Lambert", 2014. -P. 1-90.

[167]. Christensen, J.H. Regional climate projections/Climate Change 2007: the physical science basis. Contribution of Working group 1 to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. / J.H. Christensen, B. Hewitson A. Busuioc // University Press, Cambridge. United Kingdom and New York, NY, USA. 2007.-p.847-940.

[168]. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – New York: Cambridge University Press, 2001. – 1032 p.

[169]. Handbook of natural resource and energy economics. Vol. I. II. Amsterdam, New York, Oxford: North-holland, Elsevier science publishers. 1985. XXIII, XX, 1-462 p., 465-755 p.

[170]. Management of international water resources. Institutional and legal aspects. New-York. UN. Natural Resources. Water Series. 1975. No. 1. 270 p.

[171]. Wolf A.T. Criteria for equitable allocations: the heart of international water conflict//Natural Resources Forum. A United Nations Journal. Volume 23. Number 1. 1999. February, pp. 3-30.

II. Официальные документы

[172]. Закон Республики Таджикистан «О безопасности гидротехнических сооружений». -Душанбе, 2010.

[173]. ГОСТ 17.5.1.02-85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации.

[174]. ГОСТ 17.5.3.06-85 Охрана природы. Земли. Требования к охране земель

[175]. ГОСТ 17.8.1.02-88. Охрана природы. Ландшафты. Классификация

[176]. ГОСТ 17.8.1.01-86. Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения.

[177]. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменения климата. Утвержден Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 06.06.2003 № 259. -Душанбе, 2003.- 264 с.

[178]. РД 34.22.502 (ПР 34-70-009-83). Правила эксплуатации заиляемых водохранилищ малой и средней емкости. -М., 1983.

[179]. Стратегия развития водного сектора Таджикистана. -Душанбе, 2006. – 94 с.

III. Диссертации и авторефераты

[180]. Акматов, Р.Т. Влияние водохранилищ Кыргызстана на окружающую среду и социально-экономическое положение населения./ Р.Т. Акматов// Автореф.дисс., канд. географ. наук. -Бишкек. 2002. -58 с.

[181]. Законнов, В.В. Осадкообразование в водохранилищах Волжского каскада: автореф. дисс. ...д-ра геогр. наук./ В.В. Законнов // -М., 2007. -52 с.

[182]. Кальная, О.И. Геоэкологические условия и особенности функционирования Шагонарского плёса Саяно-Шушенского водохранилища./ О.И. Кальная // Автореф.дисс...канд.тех.наук. -Барнаул. 2013. – 32 с.

[183]. Комилов, Ф.С. Имитационное моделирование динамики экосистем искусственных водоемов./ Ф.С. Комилов// Автореф.дисс... докт.физ.-мат.наук. - Душанбе, 2004.– 42 с.

[184]. Крамчанинов, Н.Н. Геоэкологические проблемы Белгородского водохранилища и пути их решения. / Н.Н. Крамчанинов // Автореф.дисс., канд. географ. наук. -Москва, 2009. – 36 с.

[185]. Кузнецова, Л.А. Формирование донных отложений равнинных водохранилищ (на примере Камского водохранилища): / Л.А. Кузнецова // дисс. ... канд. геогр. наук. -Пермь, 1981. -224 с.

[186]. Муртазаев, У.И. Эволюция природных комплексов водохранилищ Таджикистана и их влияние на прилегающие ландшафты./ У.И. Муртазаев // Дисс..., доктора географ.наук. -Бишкек, 2005. -335 с.

[187]. Ожегова, Б.Е. О формировании биологического режима на Сырдарье./ Б.Е. Ожегова // Автореф. дисс.... канд.биол. наук. -Душанбе, 1956. – 28 с.

[188]. Осмонбетова, Д.К. Водоохранилища Кыргызстана и их использование

для обеспечения гидроэкологической безопасности страны и сопредельных территорий./ Д.К. Осмонбетова // Автореф.дисс., канд. географ. наук. -Москва, 2001.- 28 с.

[189]. Рахимов, А.И. Научные основы рационального использования и охраны водных ресурсов Таджикистана./ А.И. Рахимов // Дисс., доктора географ наук, -Бишкек, 2016.- 287 с.

[190]. Саидов, М.С. Неотектонические и современные движения геодинамических полигонов Таджикистана и их влияние на сейсмическую активность./ М.С. Саидов // Автореф.дисс. ... канд. геол.-мин.наук. -Бишкек, 2013. – 52 с.

[191]. Темиров, А.А. Альгофлора Кайраккумского и Каттасайского водохранилищ:/ А.А. Темиров // автореферат дис.... кандидата биологических наук. - Ташкент, 1996. - 22 с.

[192]. Трубецкова, М.Д. Зональный сток рек Центральной Азии в условиях изменяющегося климата./ М.Д. Трубецкова // Автореф. дисс.канд. географ.наук. -Москва, 2012.-25с.

[193]. Тюр, В.А. Геоэкологические проблемы Юмагузинского водохранилища в начальный период эксплуатации./ В.А. Тюр// Автореф. дис. кандидат географических наук. -Уфа. 2009.-28 с.

[194]. Ходжаев, М.Х. Формирование и решение водно-экологических проблем межгорных комплексов Средней Азии:/ М.Х. Ходжаев // На примере Северного Таджикистана: диссертация... кандидата географических наук. -Москва, 1995. - 188 с.

IV. Фондовая (неопубликованная)

[195]. Алесин, Г.И. Отчет о результатах поисковых работ на рассеянные элементы в горах Ак-Чоп, Вк-Бель, Махау-Тау./ Г.И. Алесин, В.И. Солун // -Москва. 1981.-268с.

[196]. Амелин, А.Г. Проект гидрогеологических работ Караконской ГГП на 1958-1959 гг. Часть 1. Геологическая./ А.Г. Амелин, А.Н. Мищенко, А.Рожин // - Сталинабад, Фонды Северной ГГЭ УГ и ОП при Совмине Тадж. ССР. 1958. – 270 с.

[197]. Аналитический обзор «Состояние и перспективы интегрированного управления водными ресурсами в Республике Таджикистан» //Проект ЕС-

ПРООН (2009-2012) «Содействие интегрированному управлению водными ресурсами и трансграничному диалогу в Центральной Азии». – Колл. авторов. - Душанбе, 2012. – 97 с.

[198]. Бобоев, М.В. Проект гидрогеологических работ Кайрак-Кумской ГТП на 1959 г. Часть (геологическая). / М.В. Бобоев, И.М. Фаттахов, О.Х. Шахбазиди // Фонды Северной ГГЭ УГ и ОН при Совете Министров ССР. - Сталинабад, 1958.

[199]. Болотина, Н.М. Кайракумская ГЭС на р. Сырдарье. Технический проект. Том III. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия. Книга 2 – Водохранилище./ Н.М. Болотина, М.А. Сунцов// Фонды ГИДЭПа, Московское отделение. -Москва, 1952.

[200]. Кайракумская плотина. Отчет по оценке безопасности. Исполнительный комитет Международного Фонда спасения Арала. Агентство GEF. Программа бассейна Аральского моря. Проект управления окружающей средой и водными ресурсами. Компоненте: Безопасность плотин и управление водохранилищами. Душанбе, март 2000 г.-48 с.

[201]. Кац, Д.М. Режим грунтовых вод в оазисах Бухарской обл. (Сводный отчет Бухарской гидрогеологической станции на 1951-1955 гг.)/ Д.М. Кац, Н.М. Плутницкий // -Ташкент. Фонды Северной ГГЭ.УГ и ОН при Совмине Тадж. ССР. 1959.

[202]. Отчет о реализации предварительной стадии технико-экономической оценки возможности строительства и функционирования малых ГЭС на ирригационных сооружениях Республики Таджикистан//Проект Евразийского банка развития «Технико-экономическая оценка возможности строительства и функционирования малых ГЭС на ирригационных сооружениях Республики Таджикистан». – Колл. авторов. –Душанбе, 2013. – 38 с.

[203]. Панкратов, П.А. Водный баланс территории, прилегающей к Кайрак-Кумскому водохранилищу. Доклад на координационном совещании Академии Наук Таджикской ССР по вопросу рационального использования водно-земельных ресурсов орошаемой зоны левобережья р.Сырдарьи и Кайрак-Кумского водохранилища в г. Ленинабаде. / П.А. Панкратов // -Ленинабад. Фонды Северной ГГЭ. УГ и ОН при Совете Министров Таджикской ССР.1950.

[204]. Предложения по развитию гидроэнергетики в Средней Азии до 2000 года. Институт Гидропроект. Среднеазиатское отделение. - Ташкент, 1978.

[205]. Четов, В.З. Кайрак-Кумская ГЭС Рабочий проект. Положение уровня грунтовых вод в районе водохранилища по состоянию к началу заполнения. ГИДЭП. / В.З. Четов// - Ташкент, Среднеазиатское отделение. 1956.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ АВТОРА

I. В рецензируемых журналах ВАК при Президенте

Республики Таджикистан

[1-А]. Исмоилова Д.А. Таҳлили истифодаи таснифоти селҳо дар омӯзиши офатҳои табиӣ Тоҷикистон / С.Я. Абдурахимов, Д.А. Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2013. – №4 (27). – С. 118-120. (ISSN: 2077-4974)

[2-А]. Исмоилова Д.А. Геоэкологические особенности природных катастроф / С.Я. Абдурахимов, Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки, – 2013. – №4 (27). – С. 76-85. (ISSN: 2077-4974)

[3-А]. Исмоилова Д.А. Роҳҳои омӯзиши захираҳои сайёҳии даркунӣ дар вилояти Суғд / Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2014. – №1 (28). – С.102-105. (ISSN: 2077-4974)

[4-А]. Исмоилова Д.А. Таъсироти антропогенӣ ба атмосфера / Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2014. – №3 (30). – С. 154-159. (ISSN: 2077-4974)

[5-А]. Исмоилова Д.А. Таъсири афканишоти ултрабунафши офтоб ба саломати инсон / Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2016. – №4 (39). – С.139-146. (ISSN: 2077-4974)

[6-А]. Исмоилова Д.А. НБО-и Роғун - кафолати истиқлолияти энергетикӣ Тоҷикистони соҳибистиклол / Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2016. – №4 (39). – С.108-114. (ISSN: 2077-4974)

[7-А]. Исмоилова Д.А. Рушди робитаҳои иқтисодии Тоҷикистон дар давраи истиқлолият / Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2016. – №1 (36). – С. 71-81. (ISSN: 2077-4974)

[8-А]. Исмоилова Д.А. Экологическая сбалансированность структуры земельных угодий Бободжон Гафуровского района Согдийской области Таджикистана / Т.М. Турдиев, Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2017. – № 4 (43). – С.46-52. (ISSN: 2077-4974)

[9-А]. Исмоилова Д.А. Связи экономических и экологических систем в зоне Кайраккумского водохранилища и его окрестностях / С.Я. Абдурахимов, Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2019. – №4 (51). – С. 70-73. (ISSN: 2077-4974)

[10-А]. Исмоилова Д.А. Изменение компонентов геоэкологической среды в районе водохранилища «Таджикское море» и меры смягчения ее уязвимости к изменениям климата и инженерно-хозяйственной деятельности / Д.А.Исмоилова // Журнал “Наука и инновация. Серия геологических и технических наук”. – Душанбе. – 2021. – №1. – С.28-33. (ISSN 2664-1534)

[11-А]. Исмоилова Д.А. Гидрогеологические условия района водохранилища «Таджикское море»-как индикатор экологической устойчивости / Д.А.Исмоилова // Ученые записки ХГУ им. акад. Б. Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2022. – №3 (62). – С. 85-89. (ISSN: 2077-4974)

[12-А]. Исмоилова Д.А. Гидрогеоэкологическая характеристика районов Северного Таджикистана / Исмоилова Д.А. // Ученые записки ХГУ им. акад. Б.Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2023. – №4 . – С. 176-182. (ISSN: 2077-4974)

II) В ДРУГИХ ИЗДАНИЯХ

[13-А]. Исмоилова Д.А. Гидроморфологические процессы и явления на территории Кайраккумского водохранилища / Д.А.Исмоилова, С.Я. Абдурахимов // Маводи конференсияи байналмилалии илмӣ-назариявӣ бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Даҳсолаи байналмилалии амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028». – Хучанд. – 2019. – С.171-178.

[14-А]. Исмоилова Д.А. О водохозяйственных проблемах Таджикистана / Д.А.Исмоилова, Д.Н.Саидова // Маводи конференсияи байналмилалии илмӣ-назариявӣ бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Даҳсолаи байналмилалии амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028». – Хучанд. – 2019. – С.178-180.

[15-А]. Исмоилова Д.А. Дурнамои рушди туризм дар кӯҳистони Зарафшон / Д.А.Исмоилова // Маводи конференсияи илмӣ-амалӣ, бахшида ба Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028». – Панҷакент. – 2019. – С.85-89.

[16-А]. Исмоилова Д.А. Науки о гидросфере, их экологическое направленность и перспективы развития / Д.А.Исмоилова, А.Я.Гаев // Маводи конференсияи байналмилалӣ илмӣ-назариявӣ бахшида ба 30-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Даҳсолаи байналмилалӣ амал «Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028». – Хучанд. – 2019. – С.101-105.

[17-А]. Исмоилова Д.А. Природно-техногенные процессы Кайракумского водохранилища / С.Я. Абдурахимов, Д.А.Исмоилова // III - Международная научно-практическая конференция «Наука и образование в современном мире: вызовы XXI века». – Нур-Султан. – 2019. – С.56-59.

[18-А]. Исмоилова Д.А. Развитие экологического туризма в Таджикистане / Д.А.Исмоилова // Международная научно-практическая конференция «Глобальная наука и инновации 2019: Центральная Азия», – Нур-Султан. – 2019. – С.148-156.

[19-А]. Исмоилова Д.А. Рушди гидроэнергетикаи Тоҷикистон ва аҳамияти иқтисоди он / Д.А.Исмоилова // Материалы научно-практической республиканской конференции на темы «Рогунская ГЭС – гарант энергетической независимости Таджикистана». – Душанбе. – 2019– С.178-183.

[20-А]. Исмоилова Д.А. Создание геохимических барьеров для очистки сточных вод от тяжелых металлов в Кармазарском гор-норудном районе / Д.А.Исмоилова, С.Я. Абдурахимов // Материалы научно-практической республиканской конференции на темы «Рогунская ГЭС – гарант энергетической независимости Таджикистана». – Душанбе. – 2019. – С.16-25.

[21-А]. Исмоилова Д.А. Гидрометеоролого-климатические особенности зоны водохранилища “Таджикское море” / Д.А.Исмоилова // Материалы международной научной-практической конференции ГОУ «Бохтарский государственный университет имени Носира Хусрав». – 2021. – С. 221-226.

[22-А]. Исмоилова Д.А. Ландшафты района водохранилища “Таджикской море” / Д.А.Исмоилова // Материалы международной научной-практической конференции “Вопросы социально-экономического и инновационного развития

территориального природо-пользования и туризма, современных географических исследованиях”. – Нукус. – 2021. – С. 171-173 .

[23-А]. Исмоилова Д.А. Об эффективности и перспективах применения мезозональных съемок при геоэкологическом изучении района водохранилища “Таджикское море ” / Д.А.Исмоилова // Материалы международной научной-практической конференции “Вопросы социально-экономического и инновационного развития территориального природопользования и туризма, современных географических исследованиях”. – Нукус. – 2021. – С.329-334.

[24-А]. Исмоилова Д.А. Условия формирования водохранилища “Таджикское море” / Д.А.Исмоилова // Маводи конференсияи илмӣ-амалӣ бахшида ба 35 солагии Истиклолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон, 30-солагии Иҷлосияи XVI Шӯрои Олии Ҷумҳурии Тоҷикистон, 20-солагии омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф, 90 солагии МДТ “ДДХ ба номи академик Бобочон Гафуров”. – Худжанд: “Нури маърифат”. – 2022. – С.134-142.

[25-А]. Исмоилова Д.А. Трансформация геоэкологических особенностей района водохранилища «Таджикское море» в условиях изменения климата / Д.А.Исмоилова // Международный научно-практический журнал «ENDLESS LIGHT in SCIENCE». Алма-ата, Казахстан, 25 Сентября 2023. – С.1234-1243.

[26-А]. Исмоилова Д.А. Раванди обшавии пирияхҳо аз таъсири тағйирёбии иқлим ва ҳифзи онҳо / Д.А.Исмоилова, Д.Н.Саидова // Материалы научно-практической республиканской конференции на темы “Пирияхҳои Тоҷикистон ва масъалаҳои ҳифзи онҳо дар шароити тағйирёбии иқлим” ГОУ ХГУ им.акад.Б.Гафурова, Худжанд: “Нури маърифат”. – 2023. – С. 313-321.

[27-А]. Исмоилова Д.А. Особенности почвенного покрова на Севере Таджикистана / Д.А.Исмоилова // Материалы научно-практической республиканской конференции на темы “Захираҳои замин – кафили амнияти озукавории Тоҷикистон”. – Хучанд: “Нури маърифат”. – 2023. – С.201-206.